

Wissenschaftsgeschichte im Unterricht

Eine Analyse von Schulbüchern im Fach Biologie

Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades
doctor rerum naturalium (Dr. rer. nat.)

vorgelegt dem Rat der Biologisch-Pharmazeutischen Fakultät
der Friedrich-Schiller-Universität Jena

von: Michael Markert, M. Sc.
geboren am: 17. Februar 1981 in: Saalfeld

Gutachter

1. Gutachter und Betreuer: PROF. DR. UWE HOSSFELD (Jena)
2. Gutachter: PROF. DR. HANS PETER KLEIN (Frankfurt am Main)
3. Gutachter: PROF. DR. GEORGY S. LEVIT (Halifax, Jena)

Datum der Disputation

17. Dezember 2012

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	6
Tabellenverzeichnis	7
Abkürzungsverzeichnis	8
1 Einleitung	9
2 Der Publikumsdiskurs im Fach Wissenschaftsgeschichte	16
2.1 Überblick	16
2.2 Fachselbstverständnis	18
2.2.1 Vergangenheit...	18
2.2.2 ...und Gegenwart	22
2.3 Wissenschaftsgeschichte und Öffentlichkeit	25
2.3.1 Das Publikum (in) der Wissenschaftsgeschichte	25
2.3.2 Die Auseinandersetzung mit ‚populärer‘ Wissenschaftsgeschichte .	28
2.3.3 Wissenschaftsgeschichte in der naturwissenschaftlichen Ausbildung	33
2.4 Zusammenfassung	37
3 Naturwissenschaftliche Bildung - Eine Annäherung	40
3.1 Konzepte	40
3.1.1 „Deficit model“ und „contextual model“	40
3.1.2 Das Konzept der „nature of science“ (NOS)	48
3.2 Forschungsverständnisse in der Wissenschaftspädagogik	51
3.2.1 Konsens und Alternativen	51
3.2.2 Pädagogische Praxis	56
3.3 Zusammenfassung	59
4 Geschichte in der Naturwissenschaftsdidaktik	63

4.1	Überblick	63
4.1.1	Unterrichtliche Formen von Wissenschaftsgeschichte	63
4.1.2	Funktionen von Wissenschaftsgeschichte	65
4.2	Konzepte	69
4.2.1	Historiographisch orientierte Konzepte	69
4.2.2	Geschichte, „nature of science“-Konsens und pädagogische Praxis	74
4.3	Analysen vorhandener Geschichte	78
4.3.1	Geschichte als Lehrbuchtext	78
4.3.2	Mythos und Ausbildung	81
4.4	Zusammenfassung	84
5	Geschichte im Schulbuch als Forschungsobjekt	86
5.1	Das Schulbuch als Medium naturwissenschaftlicher Bildung	86
5.1.1	Pädagogische Merkmale des (Biologie-)Schulbuches	86
5.1.2	Das Schulbuch als (,populärer‘) naturwissenschaftlicher Text . . .	93
5.2	Heuristik für die Analyse von Geschichte im Schulbuch	96
5.2.1	Frameworks	96
5.2.2	Fragestellungen	100
5.2.3	Auswahl der Schulbücher	104
5.3	Zusammenfassung	106
6	Analyse der Geschichte im Schulbuch	108
6.1	Die Form der Geschichte im Schulbuch	108
6.1.1	Verweis-,Typologie‘	108
6.1.2	Häufigkeiten	118
6.2	Die Didaktik der Geschichte im Schulbuch	121
6.2.1	Struktur	121
6.2.2	Funktionen	125
6.2.3	Geschichte als <i>Thema</i> in Schulbüchern	128
6.2.4	Werke und Verlage - Gemeinsamkeiten und Unterschiede	133
6.3	Geschichte im Schulbuch und „nature of science“	139
6.3.1	NOS-Understanding nach Wang	139
6.3.2	„Explicit contextualized NOS instruction“	141
6.3.3	„Implicit NOS instruction“	146

6.4	Der ‚HOS-Konsens‘	149
6.4.1	Wissenschaftsgeschichte im Biologieschulbuch als Konsens	149
6.4.2	Der (fach-)pädagogische Kontext des ‚HOS-Konsens‘	151
6.5	Zusammenfassung	155
7	Wissenschaftsgeschichte als Gegenstand und Fach	160
7.1	Der ‚HOS-Konsens‘ aus Perspektive der akademischen Wissenschafts- geschichte	160
7.1.1	Das Geschichtsbild des ‚HOS-Konsens‘	160
7.1.2	Die Eigendynamik des ‚HOS-Konsens‘ als Repräsentationsform von Geschichte	167
7.2	Das Verhältnis zwischen pädagogischer Wissenschaftsgeschichte, natur- wissenschaftlicher Bildung und dem Fach Wissenschaftsgeschichte	173
7.2.1	Zustandsbeschreibung	173
7.2.2	Konsequenzen und Potenziale	178
7.2.3	Das Fach Wissenschaftsgeschichte und sein Gegenstand in der Öff- fentlichkeit	187
7.3	Zusammenfassung	191
8	Fazit und Ausblick	195
9	Literatur	201
A	Untersuchte Schulbücher und Begleitmaterialien	227

Abbildungsverzeichnis

3.1	Cloughs NOS-Konzept im Kontext der beiden Publikumsmodelle	54
3.2	Deficit model und contextual model	60
6.1	Durchschnittliche relative Häufigkeiten historischer Verweise	119
6.2	Absolute Häufigkeiten der Verweistypen	120

Tabellenverzeichnis

3.1	A Hierarchy of Deficit	47
4.1	Allchins „SOURCE“-Modell für die Textanalyse	83
6.1	Übersicht über die untersuchten ‚Typen‘ historischer Verweise und ihre Merkmale.	118

Abkürzungsverzeichnis

HOS	history of science	76
HPS	History and Philosophy of Science	49
NOS	nature of science	49
PUS	Public Understanding of Science	13
SL	Scientific Literacy	40
SoV	Sonstige Verweise	115
T1	Verweistyp 1	111
T2	Verweistyp 2	111
T3	Verweistyp 3	113

1 Einleitung

„Wenn wir uns keine Geschichten vom Mond erzählt hätten, hätte es überhaupt keinen Zweck gehabt hinaufzufliegen. [...] Warum sind wir hingeflogen? Weil wir uns seit mehreren hundert Jahren erzählt hatten, dass wir es tun würden.“

Terry Pratchett (2007: 33)

Ausgangspunkt

Die öffentliche Präsenz von Wissenschaftsgeschichte ist erstaunlich – insbesondere in den letzten Jahren. Verantwortlich dafür zeichneten Roman- und SachbuchautorInnen wie Dava Sobel, Daniel Kehlmann und Bill Bryson, die Geschichten über vergangene Wissenschaft schrieben und damit hohe Auflagen und eine große feuilletonistische Aufmerksamkeit erzielten. Auch über solche Erfolge hinaus begegnet man überall Wissenschaftsgeschichte. Portraits über frühere WissenschaftlerInnen und ihre Entdeckungen gehören geradezu zu den Standards in populärwissenschaftlichen Fernsehsendungen und Zeitschriften. Diese mediale Präsenz steht weder isoliert, noch gründet sie sich in einem ‚reinen Unterhaltungswert‘. Sie tritt vielmehr besonders deutlich an der Schule als zentraler Bildungsinstitution auf. Mit größter Regelmäßigkeit und über Jahre hinweg erhält jede Schülerin und jeder Schüler im naturwissenschaftlichen Unterricht Einblick in vergangene Wissenschaft. Er lernt berühmte Wissenschaftler (und nur selten Wissenschaftlerinnen) und ihre Entdeckungen kennen: DARWINS Evolutionstheorie, EINSTEINS Relativitätstheorie, GALILEIS Fallgesetz, LAVOISIERS Sauerstofftheorie, LINNES Nomenklatur, MENDELEJEWS Periodensystem, MENDELS Regeln, das PLANCKSCHE Wirkungsquantum, usw. Solche ‚Errungenschaften‘ sind eine wesentliche Grundlage der modernen Industriegesellschaften und deshalb ein kostbares kulturelles Gut. Mit ihnen und ihren Folgen für die Zivilisationsentwicklung rücken aber auch die entsprechenden Forschungsprozesse in den Fokus der Aufmerksamkeit. Mendels ‚Erbsenzählerei‘ im Brünner Klostergarten beispielsweise wird in Biologieschulbüchern von Sätzen wie diesem begleitet:

„Die Grundsätze seiner Versuchsanordnung können noch heute als Musterbeispiel gelten: möglichste Vereinfachung der Fragestellung, Beschränkung auf

nur wenige Erscheinungen, Variieren der Versuchsbedingungen, Durchführung von Kontrollversuchen.“ (Blümel et al. 2000: 130)

Hier werden explizit Aussagen zu einem bestimmten wissenschaftlichen Forschungsprozess getroffen und auf andere derartige Prozesse übertragen. Doch warum soll es für SchülerInnen wichtig sein zu wissen, wie wissenschaftliche Forschung funktioniert? Dafür lassen sich mehrere Gründe angeben:¹ Einmal sind solche Prozesse Teil der Gesellschaftsentwicklung und damit für sich bedeutsam. Sie zu kennen gehört schlicht zur Allgemeinbildung. Ein ‚Blick hinter die Kulissen‘ erleichtert zum zweiten aber auch den Zugang zu Wissenschaft, weil er deren menschliche Seite aufzeigt und im Unterricht motivierend wirkt – nicht zuletzt mit Blick auf zukünftige Wissenschaftsgenerationen. Zum dritten ist die Vermittlung eines Verständnisses von Forschungsprozessen aber auch eine zentrale Aufgabe der naturwissenschaftlichen Bildung. Dieses Verständnis soll nicht nur dabei helfen, neue oder auch lebensweltrelevante naturwissenschaftliche Erkenntnisse besser bewerten zu können, sondern auch die Partizipation an gesellschaftlichen Entscheidungsprozessen über Naturwissenschaften ermöglichen und unterstützen. Die Bedeutung solcher Partizipationsmöglichkeiten wächst beständig, wie gerade die jüngeren, gesellschaftlich breit aufgestellten Debatten insbesondere um Präimplantationsdiagnostik, Atommüllendlagerung oder Klimawandel zeigen.

Grundlage für die Ausprägung eines Verständnisses von Forschung, im englischsprachigen Raum ist von „nature of science“ die Rede, sind nicht nur in fachpädagogischen Zusammenhängen wissenschaftshistorische Fallbeispiele. Sie stellen das Material dar, an welchem solche Aspekte aufgezeigt und diskutiert werden können. Dieses ‚Material‘ steht aber nicht unbedingt in einem spezifischen ‚eigen‘-disziplinären Kontext. „Wissenschaftsgeschichte“ ist zuerst ein Gegenstandsbereich, eben die Vergangenheit der (Natur-)Wissenschaften und nur selten gerät das akademische Fach in den Blick, dass sich mit dieser Geschichte auseinandersetzt. Obgleich die Naturwissenschaften zu den bedeutendsten kulturellen Errungenschaften gehören und ihre Entwicklung deshalb so intensiv wie die von Kunst oder Literatur untersucht werden sollte, ist die Wissenschaftsgeschichte eines der „Orchideenfächer“ in der deutschen Hochschullandschaft. Sie ist an nur wenigen Hochschulen und zudem mit meist nur einem Lehrstuhl vertreten, oft innerhalb eines Fachbereiches, dessen Geschichte sie dann untersucht und besonders häufig in der Medizin. In den letzten Dekaden hat dieses Fach Wissenschaftsgeschichte eine weitreichende

¹Diese Gründe werden in insbes. Kapitel 4 näher erläutert.

Differenzierung durchlaufen, die es heute erlaubt, aus einer ‚professionalisierten‘ Perspektive heraus nach dem eigenen Publikum und der Rolle des Faches in der Gesellschaft zu fragen. Vor dem Hintergrund der großen Bedeutung eines reflektierten Wissenschaftsverständnisses und der Rolle der Wissenschaftsgeschichte als Gegenstand dafür, sollen diese Fragen an die naturwissenschaftliche Bildung gerichtet werden.

Die vorliegende Studie trägt zur Diskussion des wissenschaftshistorischen Fachselbstverständnisses in zweierlei Hinsicht bei: Einerseits versucht sie sich an einem systematischen Überblick über Bedingungen und Möglichkeiten spezifisch ‚populärer‘² Wissenschaftsgeschichte. Dieser beschreibt sowohl die Perspektiven der Wissenschaftspädagogik als auch der Wissenschaftsgeschichte mit einem Schwerpunkt auf der Entwicklung von Verständnissen wissenschaftlicher Forschung („nature of science“). Andererseits ‚testet‘ sie die Schlüsse aus dieser Gesamtdarstellung an *dem* zentralen Unterrichtsmittel naturwissenschaftlicher (Aus-)Bildung – dem Schulbuch – und lotet auf diese Weise ein Zusammendenken beider Felder aus. Beleuchtet werden damit nicht nur die Potenziale von Wissenschaftsgeschichte als Gegenstand und Mittel naturwissenschaftlicher Bildung, sondern auch die des Faches Wissenschaftsgeschichte in der produktiven Auseinandersetzung mit den pädagogischen, gesellschaftlich hochwirksamen Darstellungsformen ihrer Inhalte. Im Zentrum steht damit nicht nur die Frage nach den analytischen und kritisch-konstruktiven Potenzialen der Wissenschaftsgeschichte als alternativer Zugang zu historischen Repräsentationen innerhalb der naturwissenschaftlichen Bildung. Gefragt wird auch nach den Konsequenzen, die dieses Zusammendenken für das Fach Wissenschaftsgeschichte haben kann.

Die Studie fokussiert aus der Perspektive der Wissenschaftsgeschichte und mit deren Mitteln den wissenschaftshistorischen Text als ‚Medium‘ für Verständnisse naturwissenschaftlicher Forschungsprozesse. Sie darf daher nicht auf der Naturwissenschaftspädagogik aufsetzen und deren Bildungsmodelle, fachdidaktische Entwürfe und Unterrichtsmaterialien in ihren Prämissen akzeptieren. Zu ihren Aufgaben gehört es vielmehr, genau diese Prämissen sichtbar zu machen – als ein sich entwickelndes, dynamisches Gefüge. Dieses Gefüge ist einerseits mit den spezifisch wissenschaftshistorischen Anforderungen

²In der gesamten Arbeit wird „populär“ in einfache Anführungszeichen gesetzt, um eine Distanzierung von der häufig abwertenden Konnotation des Begriffes kenntlich zu machen. „Populäres“ ist nicht qualitativ minderwertiger als „Professionelles“, sondern schlicht anders, weil öffentlich. Vgl. beispielsweise Cooter & Pumfrey (1994); Daum (2009).

und andererseits mit dem Spektrum der historischen Darstellungen abzugleichen, die in Schulbüchern vorgefunden werden können.

Im Rahmen der Studie soll auf dieser Basis an einer Auswahl aktueller deutschsprachiger Biologie-Schulbücher der Frage nachgegangen werden, welche strukturellen und funktionellen Merkmale Wissenschaftsgeschichte im Schulbuch aufweist und in welcher Weise solche spezifischen Formen von Vergangenheitsrepräsentation das Bild von naturwissenschaftlichen Forschungsprozessen prägen. Die Arbeit ist damit zwischen ‚zwei Kulturen‘ angesiedelt, auch wenn es sich dabei nicht um jene im klassischen Sinne – Natur- und Geisteswissenschaften – handelt.³ Gegenüber stehen sich die akademische Wissenschaftsgeschichte, die als Fach einen hochspezifischen Zugang zu vergangener Wissenschaft entwickelt hat, und die Naturwissenschaftspädagogik, die zwar ‚Wissenschaftsgeschichten‘ verwendet, dies jedoch auf eine andere, ebenfalls hochspezifische Art. Dabei soll über den Aufweis der vorgeblichen Mängel solcher ‚populärer‘ historischer Darstellungen, etwa ihre Fehlerhaftigkeit, Kürze und zu geringe epistemologische Durchdringung, hinausgegangen werden. Vielmehr sind sie als Teil einer pädagogischen Textproduktions- und Rezeptionspraxis zu verstehen, die wenig an Geschichtsschreibung als professioneller Praxis interessiert ist, sondern ganz andere Ziele verfolgt.

In der pädagogischen Forschungslandschaft zu Wissenschaftsverständnissen und Wissenschaftsgeschichte in der naturwissenschaftlichen Bildung lassen sich vier AkteurInnengruppen unterscheiden, die sich aus unterschiedlichen Perspektiven mit Kenntnissen über Naturwissenschaft (beziehungsweise „scientific literacy“, vgl. Kap. 3.1.1) auseinandersetzen:

1. die „science education community“, deren Fokus naturwissenschaftliche (Aus-) Bildungssysteme sind, also etwa Lehrkräfte und HochschuldidaktikerInnen;
2. eine Gruppe, die sich vor allem aus SozialwissenschaftlerInnen und MeinungsforscherInnen zusammensetzt und die öffentliche Kommunikation über Wissenschaft quantitativ untersucht, in systematischen Erhebungen des naturwissenschaftlichen Wissens von SchülerInnen und Erwachsenen;
3. eine Gruppe von WissenschaftssoziologInnen und soziologisch motivierten „science educators“, die über Feldforschungen und andere qualitative Analysen zu Aussagen über ‚populäre‘ Perspektiven auf Naturwissenschaft gelangen wollen; und

³Zum Diskurs über den Begriff der „zwei Kulturen (two cultures)“, der auf einen Vortrag C. P. Snows zurückgeht, vgl. Kreuzer (1987).

4. die „informal and nonformal science education community, and those involved in general science communication“, etwa MuseumsmitarbeiterInnen oder WissenschaftsjournalistInnen, letztendlich aber auch WissenschaftshistorikerInnen, die sich für Fragen der naturwissenschaftlichen Bildung interessieren und entsprechende Publikationen verfassen (Laugksch 2000: 75).

Die Arbeit versucht einen Querschnitt durch diese komplexe Auseinandersetzung über die Vermittlung von Naturwissenschaften, der sich an den gegenwärtigen Diskurselementen orientiert und deren innere Dynamik immer dann zum Gegenstand macht, wenn sie einer Analyse wissenschaftshistorischer Darstellungen zuträglich ist. Damit ist die Studie in ihren Grundlagen eher Metaanalyse als ein Teil des Wissenschaftsvermittlungsdiskurses selbst. Dies erlaubt es einerseits, die Argumentationen dieses Diskurses darzustellen, andererseits aber auch, ihn als eine von mehreren möglichen Perspektiven auf historische Darstellungen in der Wissenschaftspädagogik zu betrachten. Dieser sind andere Perspektiven – insbesondere die wissenschaftshistoriographische – an die Seite zu stellen. Orientierung mag dabei der inzwischen weit verbreitete Begriff des „Public Understanding of Science“ (PUS) geben, der in einem Bericht an die Royal Society im Jahre 1985 geprägt wurde. „The terms of reference“, heißt es dort, „raised three problems of definition, namely of ‚the public‘, of ‚understanding‘ and of ‚science‘“ (The Royal Society 1985: 7).

Diese ‚Probleme‘ sind bis heute die kontrovers diskutierte Grundlage des gesamten Diskurses über Wissenschaftsverständnisse und damit auch der vorliegenden Studie: An wen richtet sich Kommunikation über Wissenschaft – wer ist also „public“? Was wird eigentlich kommuniziert – worin besteht das „understanding“? Die dritte vom PUS-Bericht aufgeworfene und mit einer Benennung von Disziplinen nur unzureichend beantwortete Frage, worum es sich bei „science“ eigentlich handele, ist indirekt ebenfalls Gegenstand der folgenden Ausführungen. Sie nämlich wird immer nur in der Außendarstellung von Wissenschaft gestellt und beantwortet (vgl. Schaffer 1997: 33 ff.) – und damit spezifisch im Rahmen bestimmter Konzepte wie den hier behandelten (vgl. insbes. Kap. 3.2). „Understanding“ verweist aber noch auf eine vierte Kernfrage, die im PUS-Bericht nicht angesprochen wurde: Wie erzeugt man dieses „Verstehen“ und welche Zugänge und Medien sind dafür geeignet?

Die Untersuchung des Wissenschaftsvermittlungsdiskurses erfolgt damit auch quer zu den Dynamiken verschiedener AkteurInnengruppen und reduziert die vorgefundene Kom-

plexität in mehreren Schritten: Ausgehend von verbreiteten Kommunikationsmodellen („deficit model“ und „contextual model“) über den zentralen Vermittlungsgegenstand „nature of science“ sowie pädagogische Konzepte und Analysen mit wissenschaftshistorischem Schwerpunkt zum Schulbuch als Medium solcher ‚Botschaften‘. Dieses Vorgehen ist um so wichtiger, als eine auch nur ansatzweise vollständige Repräsentation aller wissenschaftsgeschichtsbezogenen Bildungskonzepte, Didaktiken, Unterrichtsentwürfe und Polemiken unmöglich und damit die verdichtende Fokussierung durch den Diskurs als einzig gangbarer Weg erscheint. Zentrale Elemente werden dabei ebenso sichtbar, wie die äußeren Begrenzungen. Es wird dadurch gleichermaßen der pädagogische ‚Mainstream‘ näher bestimmt, als auch der Möglichkeitsraum aufgezeigt oder gar erweitert – insbesondere mit Blick auf die abschließend zu bestimmenden Wechselwirkungen zwischen (akademischer) Wissenschaftsgeschichte und Wissenschaftspädagogik.

Gliederung der Studie

In einem ersten Schritt kommt in dieser Arbeit das akademische Fach Wissenschaftsgeschichte zu Wort, dessen konzeptionelle und methodische Entwicklung hin zu einer modernen Kulturwissenschaft nachzuzeichnen ist. Daraus wird die Auseinandersetzung mit dem Publikum und ‚populären‘ Formen von Wissenschaftshistoriographie abgeleitet und näher bestimmt (vgl. Kap. 2). Im Anschluss und in Anlehnung an die oben genannte Fragestellung des PUS-Berichtes ist in einem zweiten Schritt nach den Adressaten von Naturwissenschaftsvermittlung und damit auch wissenschaftshistorischer Texte zu fragen, die mit ‚SchülerInnen‘, ‚StudentInnen‘ oder ‚interessierten BürgerInnen‘ nur sehr unzureichend beschrieben sind. Hier wird auch ein wesentliches Moment des „understanding“ thematisiert: Aussagen *über* Naturwissenschaften als erkenntnisproduzierende Systeme, die „nature of science“ (vgl. Kap. 3). Wichtigstes Mittel zur Weitergabe dieser ‚Botschaft‘ naturwissenschaftlicher Bildung sind Darstellungen historischer Forschungsprozesse, deren pädagogische Differenzierung und Reflexion in einem dritten Schritt dargestellt wird (vgl. Kap. 4). Anschließend ist aus pädagogischer und metawissenschaftlicher Perspektive das Lehrbuch als eines der zentralen Medien naturwissenschaftlicher (Aus-)Bildung näher zu beschreiben. Auf Grundlage der bisher dargestellten Aspekte – Publikum, „nature of science“, ‚populäre‘ und professionalisierte Wissenschaftsgeschichte sowie dem Medium – ist nun ein analytischer Rahmen für ‚Wissenschaftsgeschichte im Schulbuch‘ zu entwerfen, der den unterschiedlichen Fragestellungen und Zugängen gerecht wird (vgl. Kap. 5). Die

Ergebnisse der Schulbuchanalyse am Beispiel des Faches Biologie werden im Anschluss dargestellt (vgl. Kap. 6) und abschließend in der Diskussion auf den Forschungsstand rückgekoppelt (vgl. Kap. 7). Dort wird die Grundfrage dieser Studie – diejenige nach den analytischen und kritisch-konstruktiven Potenzialen von Wissenschaftsgeschichte im Umgang mit ‚öffentlicher‘, pädagogischer Wissenschaftsgeschichte abschließend diskutiert.

In ihrer Fragestellung und der daraus resultierende Struktur richtet sich die vorliegende Studie an Leser sowohl aus dem Bereich der Naturwissenschaftspädagogik als auch der Wissenschaftsgeschichte. Entsprechend wurde versucht, beiden ‚Zielgruppen‘ jene Momente der jeweils anderen Disziplin zu vermitteln, die für ein Verständnis des Analyse- und Diskussionsteiles notwendig sind. Aufgrund des Untersuchungsobjektes *Schulbuch* liegt der Schwerpunkt dabei vor allem im Mittelteil auf dem Bereich der Naturwissenschaftspädagogik. Deren VertreterInnen ist die Studie damit vielleicht sehr viel unmittelbarer zugänglich. Profitieren werden zweifellos auch WissenschaftshistorikerInnen, die einen Einblick in ein Feld gewinnen, welches zwar ‚Wissenschaftsgeschichte‘ und damit den selben Gegenstand bearbeitet, dies aber unter völlig anderen Vorzeichen. Die dabei auftretenden Reibungen waren eine wesentliche Motivation für die Entstehung dieser Arbeit.

2 Der Publikumsdiskurs im Fach Wissenschaftsgeschichte

„Keine Atempause, Geschichte wird gemacht, es geht voran!“
Fehlfarben (1980): Ein Jahr (es geht voran)

Den Ausgangspunkt der vorgeschlagenen Analyse historischer Darstellungen im Schulbuch bildet das Fach Wissenschaftsgeschichte, das sich mit der Vergangenheit naturwissenschaftlicher Disziplinen auseinandersetzt. Es dient der Naturwissenschaftspädagogik als Lieferant für Beispiele und Aussagen zu wissenschaftlichen Forschungsprozessen (vgl. Kap. 3.1.2) und nimmt damit für die vorliegende Studie eine Orientierungsfunktion ein. Es wird deshalb im Folgenden näher dargestellt und insbesondere auf seine Verbindungen zur und Potenziale für die Wissenschaftskommunikation und -didaktik befragt. Zu diesem Zweck wird ausgehend von der Entwicklung des Faches dessen gegenwärtiger Zustand beleuchtet; eine in gewisser Hinsicht krisenhafte Situation. Darin spielt das Publikum wissenschaftshistorischer Darstellungen eine wesentliche Rolle, dessen fachinterne Beschreibung und Untersuchung näher zu bestimmen ist. Daraus lassen sich Anknüpfungspunkte für eine Analyse entwickeln, die in der Fachstruktur gründen und damit gewährleisten, dass das Fach nicht nur Mittel, sondern auch Nutznießer der Untersuchung ist.

2.1 Überblick

Mit „Wissenschaftsgeschichte“ wird in der Regel nur ein Gegenstandsbereich – die Geschichte einer wissenschaftlichen Disziplin – bezeichnet. Der Begriff wird aber ebenso in einer zweiten Funktion verwandt, nämlich als Bezeichnung für das akademische Fach, das sich mit dieser Geschichte auseinandersetzt. Während die geistes-, kultur- und sozialwissenschaftlichen Disziplinen sich mit ihrer Vergangenheit und Entwicklung innerhalb ihrer facheigenen Strukturen beschäftigen, haben sich für die Geschichte der Naturwissenschaften – oder „history of science“ im englischsprachigen Raum – eigenständige Institutionen

herausgebildet.⁴ Die Wissenschaftsgeschichte⁵ als Fach ist heute eine fest verankerte Disziplin mit eigenen Ausbildungsgängen (meist Master- bzw. Doktorandenprogramme), Fachgesellschaften, Publikationsorganen und Forschungsprogrammen. Insbesondere im englischsprachigen Raum – häufig unter der Bezeichnung „history and philosophy of science“ (HPS) – spielt sie zudem als Teil der generalisierten Hochschulausbildung von Geistes- und NaturwissenschaftlerInnen eine Rolle und ist damit an vielen Hochschulen mit zumindest einem Lehrstuhl bzw. einer Professur vertreten.⁶ Die dortige Situation unterscheidet sich damit grundlegend von jener in Deutschland, wo in den letzten Jahrzehnten zahlreiche Lehrstühle der Wissenschafts-, Technik- und Medizingeschichte nicht neu besetzt oder aufgelöst wurden (vgl. Potsdamer Arbeitsstelle Kleine Fächer o. J.).

Die klassische Biographie der WissenschaftshistorikerIn sieht kein grundständiges Studium der Wissenschaftsgeschichte vor. Der Regelfall ist bis heute ein naturwissenschaftliches oder seltener geisteswissenschaftliches Studium, dass nach dem (Bachelor- oder Master-)Abschluss um eine wissenschaftshistorische Qualifikation erweitert wird (Christie 1996: 16). Als Forschungsgegenstand ist die ‚Naturwissenschaftsgeschichte‘ im gesamten Feld der Geistes-, Sozial- und Naturwissenschaften vertreten – nicht nur an wissenschaftshistorischen Lehrstühlen, sondern auch in den jeweiligen Instituten der verschiedenen Fächer, in interdisziplinären Forschungsprojekten und eigenständigen Einrichtungen wie etwa dem Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte in Berlin.

Die Merkmale und Eigenschaften der Disziplin Wissenschaftsgeschichte sind im Fach selbst insbesondere in den letzten Jahren zu einem Gegenstand intensiver Auseinandersetzungen geworden,⁷ bei denen es insbesondere um die Abgrenzung von den metawissenschaftlichen Nachbardisziplinen im weiten Feld der „science studies“ geht:

⁴Zur Geschichte der Wissenschaftsgeschichte vgl. etwa Christie (1996); Fox (2006); Jones (1989); Kuhn (1992)

⁵Aus pragmatischen Gründen ist in dieser Arbeit meist von „Wissenschaftsgeschichte“ und nicht „Geschichte der Naturwissenschaften“ oder „Naturwissenschaftsgeschichte“ die Rede, was aber nicht darüber hinwegtäuschen sollte, dass damit zuallererst die Naturwissenschaften gemeint sind.

⁶In Ermangelung anderer Quellen verweise ich auf den Wikipedia-Artikel zur History of Science, in welchen zahlreiche Programme und Kurse eingetragen sind (Wikipedia 2012), als Studiengang gibt es das Fach in den USA ausschließlich in Form von postgradualen oder Masterprogrammen. Nach der National Science Foundation-Umfrage „Graduate Students and Postdoctorates in Science and Engineering: Fall 2006“ kann für den Bereich der „History and Philosophy of Science“ an 33 amerikanischen Institutionen der Doktorgrad verliehen werden, an weiteren sechs das master-degree (National Science Foundation 2006).

⁷Bei Dennis (1997: 4) wird die Geschichte der Wissenschaftsgeschichte gar zum Forschungsfeld der Wissenschaftsforschung.

„One can draw the disciplinary boundaries of science studies in a variety of ways. In the present context, I take them to include the history, sociology, philosophy, and ethnography of science, technology, and medicine, as well as studies of the relationship between science and literature, science and law, and science and visual studies.“ (Biagioli 2009: 817)⁸

In diesem pragmatischen Sinn, der auch Leitlinie für die Beschreibung des Fachs im vorliegenden Kapitel sein soll, ist die Wissenschaftsgeschichte jener Teilbereich der science studies, der sich mit der Vergangenheit der Naturwissenschaften auseinandersetzt, gleichzeitig aber auch mit den anderen Feldern innerhalb der science studies vernetzt bleibt.⁹

2.2 Fachselbstverständnis

2.2.1 Vergangenheit...

Aufgrund ihrer institutionellen Zerklüftung und der unterschiedlichen Herkunft ihrer Akteure und Akteurinnen scheinen sich die Gemeinsamkeiten einer ‚wissenschaftshistorischen community‘ vorerst vor allem auf den Gegenstand zu beschränken – die Geschichte naturwissenschaftlicher Disziplinen. Um allerdings deutlich zu machen, dass das Selbstverständnis des Faches weit über den Gegenstand als solchen hinausweist, wird im Anschluss kurz auf die Vergangenheit des Faches eingegangen. Da es sich dabei ausschließlich um Beschreibungen aus einer Binnenperspektive heraus und damit durch AkteurInnen aus dem Fach Wissenschaftsgeschichte selbst handelt, sollten diese Anmerkungen nicht als ‘Geschichte‘ des Faches missverstanden werden. Sie sind vielmehr Elemente der Generierung eines disziplinären Selbstverständnisses und verschaffen damit Einblick in die Diskursstruktur der Disziplin.

Eines dieser Elemente ist die lange Tradition systematischer Auseinandersetzung mit vergangener Wissenschaft, die bis ins 17. Jahrhundert zurückreicht, etwa zur „History of the Royal-Society of London“ von Thomas Sprat (1667, und damit fünf Jahre nach der Gründung der Gesellschaft) oder Joseph Priestleys „The History and Present State of Electricity“ (1767). Die (Spät-)Aufklärung, die auch die sogenannte „Wissenschaftliche

⁸Der Terminus „science studies“ ist damit deutlich weiter gefasst als der deutschsprachige, auf die Soziologie fokussierte Begriff der „Wissenschaftsforschung“.

⁹Zu einer aktuellen Darstellung des Feldes vgl. Reinhardt (2010). Einen älteren Überblick über die Wissenschaftsgeschichte, ihre Strukturen und Themen gibt eines der wenigen Überblickswerke, vgl. Olby et al. (1996a).

Revolution“ um Kopernikus, Kepler, Galilei und Newton als Blaupause für die Merkmale ‚moderner‘ Naturwissenschaften definierte,¹⁰ gilt daher als Ausgangspunkt für die Herausbildung einer eigenständigen Wissenschaftsgeschichte. Diese war während des 18. und 19. Jahrhunderts an die jeweiligen naturwissenschaftlichen Fächer gebunden. Als akademisches Fach mit eigenen Lehrstühlen oder gar Institutionen ist sie ein Phänomen, das erstmals mit dem ausgehenden 19. und frühen 20. Jahrhundert auftritt (Christie 1996: 16 ff.).

Mit dieser Institutionalisierung geht eine erste methodische Differenzierung und Abgrenzung einher. Sie lässt sich exemplarisch an Herbert Butterfields „The Whig Interpretation of History“ (1931) nachvollziehen, worin dieser Formen der Geschichtsschreibung aus geschichtstheoretischer Perspektive diskutiert. Butterfield disqualifiziert teleologische, die Vergangenheit allein aus der Perspektive der Gegenwart beurteilende historiographische Darstellungen. Diese Abwertung der sogenannten „whig history“,¹¹ die vergangenes Geschehen allein in den Kategorien der Gegenwart beschreibt und damit zwangsläufig a-historische Urteile über die Geschichte fällt, wird als wesentlicher Zug der disziplinären Verselbstständigung der Wissenschaftsgeschichte betrachtet. Butterfields Werk ist Teil einer Entwicklung hin zu einem Bewusstsein für konzeptionelle Perspektivierungen in der Wissenschaftsgeschichte. Beredetes Beispiel hierfür gibt der Vortrag des marxistischen Wissenschaftshistorikers Boris M. Hessen auf dem Zweiten Internationalen Kongress für Wissenschaftsgeschichte in London, ebenfalls im Jahr 1931. Hessen versuchte darin, Issak Newtons „Philosophiae Naturalis Principia Mathematica“ mit den sozioökonomischen Bedingungen der damaligen Zeit zu erklären und verschränkte so gesellschaftliche Faktoren und abstrakte Theorieentwicklung. Die damit ausgelöste Debatte um das Verhältnis wissenschaftsinterner Prozesse und wissenschaftsexterner Bedingungen prägt die Wissenschaftsgeschichte bis heute (vgl. S. 20 f. der vorliegenden Arbeit).¹²

Im 20. Jahrhundert lassen sich mit John McEvoy zwei Phasen der Wissenschaftsgeschichtsschreibung unterscheiden: eine „modernistische“ und eine „postmodernistische“. „Modernistische Wissenschaftsgeschichte“ geht von einem Naturwissenschaftskonzept aus, dessen entscheidendes Merkmal eine Ausdifferenzierung nach ‚ihrer‘ Revolution in der frü-

¹⁰Zum Begriff der „Wissenschaftlichen Revolution“, seiner Entwicklung und seinem Anwendungsbereich vgl. insbes. Cohen (1994a); Cohen (1994b).

¹¹In Anlehnung an die Geschichtsschreibung der britischen Whigs, die Zivilisationsentwicklung und britische Nationalgeschichte parallelisierten.

¹²Vgl. zu Butterfields Geschichtsverständnis einfürend Wilson & Ashplant (1988), zu Hessen (1931) und der von ihm ausgelösten Debatte vgl. Mayer (2004: 48 ff.).

hen Neuzeit ist. Sie erarbeitet „grand narratives“, Geschichten, die allgemeine Erklärungs- und Denkmuster über Wissenschaft beschreiben. Dies gilt sowohl für die früheren positivistischen Varianten, die ein ständiges Anwachsen von Wissen und Differenzierung beschreiben, als auch für die jüngeren, maßgeblich durch Karl R. Popper und Thomas S. Kuhn vertretenen postpositivistischen Formen, die gewissermaßen die Brüche und Verschiebungen systematisch zu erfassen suchen (McEvoy 2007). So ist für Kuhn Wissenschaft zwar kein System mehr, das mit der Aussonderung falscher und Anhäufung wahrer Aussagen Wissen produziert, es aktualisiert sich aber auf eine immer gleiche Weise, nämlich in der wiederholten Ablösung „normalwissenschaftlicher“ und „revolutionärer“ Phasen. Dieser Prozess etabliert nach jeder „Revolution“ ein neues „Forschungsparadigma“.¹³

Ein solches Paradigma definiert sich Kuhn zufolge nicht allein durch fachwissenschaftliche Gütekriterien, sondern weist

1. in seinen metaphysischen Grundannahmen zur Struktur und Erkennbarkeit der Welt ein gewissermaßen irrationales, nicht originär wissenschaftliches Moment und
2. in seiner Gebundenheit an die Struktur und Aktivität der jeweiligen ‚scientific community‘ ein soziales Moment aus (Kuhn 1996: 187 ff. (Postscriptum)).

Gerade dieses Denken über Wissenschaft als eine Form sozialen Handelns erfährt nicht zuletzt durch Kuhn eine deutliche Aufwertung. Es findet sich aber auch schon früher, etwa bei dem Wissenschaftssoziologen Robert K. Merton (z. B. Merton 1968). Darüber hinaus ist die soziologische Argumentation auch ein Teil von Ludwig Flecks (1994) „Denkstil“-Konzept, dass dieser im Jahre 1935 in „Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache“ darlegte und den Kuhn als Vorläufer seiner eigenen Arbeiten zum Paradigmenbegriff ausweist. Diese ‚soziologische Wende‘ öffnet ausgehend von Fleck die Wissenschaftsgeschichte für die Geistes- und Sozialwissenschaften, die von Beschreibungen der Naturwissenschaften bis dahin weitestgehend ausgeschlossen waren.¹⁴ Einen entscheidenden Impuls setzten die Arbeiten Alexandre Koyrés, welche die wissenschaftliche (Labor-)Praxis dem textvermittelten naturwissenschaftlichen Diskurs unterordneten und damit eine Schnittstelle zu den Geisteswissenschaften schufen (Fuller 1997: 250).

¹³Kuhn selbst kann mit seinem Werk für eine gewisse Zeit als „Paradigma“ der Wissenschaftsgeschichtsschreibung gelten. Auf sein Konzept kann hier nicht in ganzer Breite eingegangen werden. Ich verweise auf Kuhns Hauptwerk (Kuhn 1996) und einführend auf Hoyningen-Huene (1989). Vgl. auch S. 33 der vorliegenden Arbeit.

¹⁴Ob dieses Ausgeschlossen-Sein der Wissenschaftsgeschichte widerfährt oder von ihr unterstützt wird, kann hier nicht erörtert werden.

Das damit verbundene Aufeinanderprallen der „Zwei Kulturen“ – der „sciences“ und „humanities“ – an den Beschreibungskategorien für wissenschaftliche Forschungsprozesse lief allerdings nicht konfliktfrei ab. Im Zentrum stand vor allem die Frage, ob gesellschaftliche, soziostrukturelle oder nichtrationale Aspekte als Elemente der Beschreibung einer wissenschaftlichen Entwicklung verstanden werden müssen; oder ob sie erst in der Analyse von außen aufgesetzt werden und für den wissenschaftlichen Forschungsprozess selbst eigentlich keine Rolle spielen. Diese sogenannte Internalismus-Externalismus-Debatte wird bis heute geführt und spielte in den „Science Wars“ insbesondere während der 1990er Jahre eine wesentliche Rolle. An ihr sind nicht nur WissenschaftshistorikerInnen, sondern vor allem WissenschaftssoziologInnen und -philosophInnen und selbstverständlich auch NaturwissenschaftlerInnen beteiligt.¹⁵

Die „Science Wars“ liegen nach McEvoy in der zweiten von ihm beschriebenen Phase, sind also Bestandteil „postmodernistischer“ Wissenschaftsgeschichte. Durch die immer dichtere Beschreibung der neuzeitlichen „wissenschaftlichen Revolution“ löst sich diese als raumzeitlich vorortbarer, radikaler historischer Wandel der Naturbetrachtung auf, ihr ‚revolutionärer‘ Charakter wird als Mythos der historiographischen Rekonstruktion entlarvt. Dieser Entwicklung fällt auch die Idee einer einzigen, experimentellen wissenschaftlichen Methode zum Opfer, die als Basis für die Beschreibung der Revolution diene (Cunningham & Williams 1993: 410). Jede Historiographie des „big pictures“, deren Eigenschaften Christie (1993: 393) als „unitary subject“, „epochal spatio-temporality“ und „ultimate significance“ beschreibt und deren Prototyp die Geschichte der „Wissenschaftlichen Revolution“ war, ist deshalb heute hochgradig fragwürdig. Solche ‚großen Bilder‘ setzen hochstabile, systematische Merkmale von Wissenschaft voraus, die in detaillierten Untersuchungen meist in zahllose lokale Besonderheiten und Singularitäten zerfallen.

Spätestens seit etwa 1990 schreibt die Wissenschaftsgeschichte daher keine Geschichte der „longue durée“ mehr, sondern eine „petite histoire“, die nicht mehr große Zusammenhänge und Strukturen fokussiert, sondern sich in immer komplexerer und reflektierter Weise an einzelnen Fallstudien abarbeitet (Findlen 2005: 232 ff.).¹⁶ Diese Verschiebung geschieht nicht zuletzt unter dem Einfluss ihrer Nachbardisziplinen wie Wissenschaftsso-

¹⁵Zu den Science Wars vgl. Ross (1996). Die komplexe Debatte wurde Shapin (1992) zufolge nie abgeschlossen, sondern nur beendet, wie er in seinen auch zwei Dekaden später noch ausgesprochen lesenswerten Ausführungen belegt.

¹⁶Als paradigmatisch für diese Art der dichten Beschreibung wird immer wieder Carlo Ginzburgs „Der Käse und die Würmer“ von 1979 angeführt, in welchem er sich an der Rekonstruktion des Weltbildes eines Müllers um 1600 versucht (Ginzburg 1979).

ziologie und -philosophie. Mit dem „New Experimentalism“, wie er etwa in Ian Hacking (1983) Werk „Representing and Intervening“ Ausdruck findet, entsteht in der Philosophie ein Zweig, der nicht auf die großen Theorieentwürfe und Hypothesenbildungen, sondern auf die Kleinteiligkeit des alltäglichen Laborhandelns blickt. Solche Alltagspraxen haben auch ForscherInnen aus dem Bereich der Wissenschaftssoziologie im Fokus, seien es nun historische wie in Schaffer und Shapins „Leviathan and the Airpump“ (1985) zu Boyles Versuchen mit der Luftpumpe oder zeitgenössische wie insbesondere im Rahmen des radikalen soziologischen „strong programme“ im Umfeld von David Bloor (1996). Aber auch übergreifenden geisteswissenschaftlichen Konzepten und „turns“ öffnet sich das Fach, wie die auch außerhalb der Fachcommunity intensiv rezipierten Werke Bruno Latours (1987; 1993) oder Hans-Jörg Rheinbergers (2001) zeigen, die auf die Konzepte Foucaults und Derridas rekurren. Die Wissenschaftsgeschichte verschmolz dabei mit ihren metawissenschaftlichen Nachbardisziplinen und ging neue Allianzen ein, die sie immer stärker von ihren naturwissenschaftlichen Ursprungsdisziplinen entkoppeln. Die Ausweitung des Methodenpools, insbesondere in Richtung allgemeiner kulturwissenschaftlicher ‚Trends‘ differenziert das Fach beständig weiter.

2.2.2 ...und Gegenwart

Dieser „Trend“ hat für das Fach allerdings erhebliche Konsequenzen:

„The discipline of the history of science is undergoing an identity crisis. It is not sure whether it is philosophical fish, sociological fowl, or some other kind of beast entirely.“ (McEvoy 2001: 1)

Mit seiner Feststellung der Orientierungs- und Identitätskrise der modernen Wissenschaftsgeschichte ist McEvoy nicht allein. Auch Olby et al. (1996b: xx) beschreiben in ihrer Einleitung zum „Companion to the History of Modern Science“ – einem der aktuellsten Überblickswerke des Faches –¹⁷ die Wissenschaftsgeschichte als ein methodisch bzw. konzeptionell extrem heterogenes Feld. Ausgehend von den Forschungsschwerpunkten lassen sich vier verschiedene Zugänge unterscheiden, auch wenn man damit der Vielfalt und Verschränkung unterschiedlicher Ansätze kaum gerecht wird:

¹⁷Vgl. auch beispielsweise Heilbron (2003); Kragh (1987); Serres (1998), die auf acht Bände angelegte Cambridge History of Science-Serie (http://www.cambridge.org/gb/knowledge/series/series_display/item3936868/?site_locale=en_GB, 27.02.2012) oder den kurzweiligen und als „Ansichten der Wissenschaftsgeschichte“ titulierten Einstieg in das Fach, herausgegeben von Michael Hagner (2001a).

- konstruktivistische Studien, die die soziale Bedingtheit von Wissenschaft aufzeigen,
- modernistische Studien, die gegenwartsbezogen, großmaßstäbig („quasi-big-picture“) vorgehen,
- kontextuelle Studien, die Wechselwirkungen des Erkenntnisprozesses mit anderen kulturellen Elementen fokussieren und
- metawissenschaftliche Studien, die Wissenschaft unter einem anderen Schwerpunkt, etwa künstlerischer, feministischer oder philosophischer Natur, untersuchen. (Brush 2007: 15 ff.)¹⁸

Die Wechselwirkungen mit anderen Disziplinen auf theoretischer, methodischer und faktischer Ebene (Christie 1996: 20 f.) sind jedoch nur ein Teil des Problems. Die jüngere Wissenschaftsgeschichte hat zwar mit dem „big picture“ der schon genannten, modernistischen „master-narratives“ (Christie 1993: 395) abgeschlossen, neue „generalist visions“ oder „alternative grand narratives“ (Fuller 1997: 256; Kohler 2005: 225) fehlen allerdings.¹⁹ Dies gilt auch für die anderen modernistischen, allerdings nicht-positivistischen Narrative etwa der französischen Wissenschaftsgeschichtstradition oder der insbesondere durch Kuhn angeregten Verlagerung von der „methodo-logic“ auf die „socio-logic“ („science as power“) als Erklärungsmodell für Wissenschaftsentwicklung (Christie 1993: 400 ff.). So wird heute im Rahmen des neuen mikrohistorischen Forschungsprogrammes jeder Untersuchungsgegenstand in bezuglose Kleinteile zerklüftet (ebd.: 400 ff.; McEvoy 2001: 17 f.).

Fehlende Sinnstiftung und damit Orientierungs- und Identitätskrise lassen sich Shapin (2005) zufolge aber auch als Effekt einer disziplinären „Hyper-Professionalisierung“ beschreiben. Die Wissenschaftsgeschichte und die Wissenschaftsforschung im Allgemeinen haben zu Beginn des 21. Jahrhunderts weltweit einen enormen institutionellen und personellen Umfang. Während die ältere Wissenschaftsgeschichte in Qualifizierungsarbeiten (Dissertationen) mit schon publiziertem Material arbeitete und diesem neue, unter einen gemeinsamen Rahmen integrierbare Aspekte abgewann, wird heute die Beschäftigung mit neuartigen, bis dahin unpublizierten Quellenbeständen verlangt (auch Kaiser 2005a:

¹⁸Entsprechend vielgestaltig sind auch die Themen, wie sie etwa in einer jüngeren Enzyklopädie zur Geschichte der modernen Naturwissenschaften gelistet werden. Die Spanne reicht von generellen Zugängen („Revolution“) und Epocheneinteilungen über Organisationsformen (Institutionen, Kommunikation), Aspekte wissenschaftlichen Wissens (Epistemologie, theoretische Konstrukte) und apparativ-instrumentelle Momente (Formen, Nutzung) bis hin zu Biographien (Heilbron 2003: xxiii-xxviii).

¹⁹Zwar beschreibt Biagioli (1998: 147) auch die „locality of knowledge“ als grand narrative, aber mehr im Sinne eines Forschungsprogrammes, denn als allgemeines Erklärungsmodell.

245 f.). Schon auf der Ebene des Materials werden die Studien damit lokal orientiert.²⁰ Shapin zufolge geht mit dem Ressourcenzuwachs ein Publikationsaufkommen einher, dass „self-referentiality“ erlaubt, also die Bezugnahme auf Arbeiten von Fachkollegen immer spezialisierterer Gegenstandsgebiete und damit immer kleinteiligerer Diskurse. Gleichzeitig ergibt sich damit ein Verlust äußeren Rechtfertigungsdruckes, der als Forschungsfreiheit natürlich einen positiven, als „self-absorption“, wie Shapin es nennt, aber auch einen negativen Effekt hat: Eine wissenschaftshistorische Studie kann demzufolge ohne erkennbare Motivation außer der in Angriff genommen werden, dass der jeweilige Gegenstand *noch nicht beziehungsweise noch nicht auf diese spezielle Weise* analysiert wurde. Eine wesentliche klassische Motivation von Wissenschaftshistoriographie, nämlich die Zugänglichmachung vergangener Forschung für NichtwissenschaftshistorikerInnen, gehe damit verloren, für Fachfremde (und damit auch für NaturwissenschaftlerInnen der untersuchten Disziplinen) seien diese Arbeiten nicht mehr lesbar. (v. a. Shapin 2005: 240 ff.)

Der institutionell und konzeptionell problematische Zustand der Wissenschaftsgeschichte hat insbesondere in den letzten Jahren zahlreiche Aufsätze provoziert, die sich mit der Position und Rolle des Faches auseinandersetzen. So gesehen, lässt sich die Krise des Faches als ein Zeichen dafür verstehen, ihm von innen heraus eine Form geben zu wollen, die seiner disziplinären Autonomie und institutionellen Verankerung gerecht wird.²¹ Diese Diskussion um die Wissenschaftsgeschichte als akademisches Fach wird international geführt, vor allem aber im englischsprachigen Raum. In dessen Wissenschaftsbetrieb sind wie oben erläutert „history and philosophy of science“ und „science studies“ strukturell deutlich stabiler als in Deutschland auch in die naturwissenschaftliche Bildung und Ausbildung integriert.

Der naheliegendste und auch schon angesprochene Stabilisierungsversuch ist sicherlich die Suche nach einem neuen, integrierenden Beschreibungsrahmen, der die Funktion des alten „big picture“ übernimmt (Feldhay 1994: 7; Findlen 2005: 236).²² Gingras (2007: 63) etwa sieht das Programm der Kulturwissenschaften als Leitlinie:

²⁰Hughes & Söderqvist (1999: 1) weisen außerdem darauf hin, dass sich in den letzten Jahrzehnten die Quelledichte stark erhöhte und sich einer „big history of science“ schon aufgrund ihres Umfangs zu verweigern scheint.

²¹Vgl. jüngst die Auseinandersetzung um Dastons (2009) Vorschlag einer Orientierung weg von den „science studies“ und hin zur Geschichtswissenschaft (Dear & Jasanoff 2010).

²²Vgl. auch den Vorschlag Biagiolis zur Neubestimmung der gesamten science studies: „Perhaps in science studies the notion of emergence (and related concepts such as the temporality or ‚historicality‘ of things) is coming to assume a role comparable to that of the canon in other humanistic disciplines.“

„Instead of trying to win scientists for their analyses, historians of science should strive for a better integration of history of science into mainstream intellectual, social and cultural history.“²³

So sei die Wissenschaftsgeschichte heute „[...] an autonomous speciality that defines for itself the hierarchy of legitimate questions and answers about ‚science‘ as a historical entity.“²⁴ (Gingras 2007: 64) Daneben existieren aber auch eine Reihe etwa methodisch oder inhaltlich orientierter Versuche der Neudefinition. McEvoy (2007: 33 f.) „grand scale history“ will zwischen Mikro- und Makrohistorie vermitteln und die Komplexität und Wechselwirkungen interner und externer Faktoren gleichermaßen aufzeigen, eine ähnlich ‚dichte Beschreibung‘ schwebt auch Fox (2006: 429 f.) vor. Andere Vertreter des Faches stellen hingegen Listen mit Forschungsschwerpunkten oder offenen Fragen vor, mit denen sich die Wissenschaftsgeschichte auseinandersetzen solle, oder formulieren Richtlinien für ‚gute‘ historiographische Arbeit (Cunningham & Williams 1993: 418 ff.; Olby et al. 1996b: xvii-xix; Kohler 2005: 226 f.). Damit wird die historische Analyse der Naturwissenschaften aber nur intern bestimmt. Offen bleibt, wie man sich als Community gegenüber der ‚Außenwelt‘ und damit gegenüber verschiedenen Publika positioniert.

2.3 Wissenschaftsgeschichte und Öffentlichkeit

2.3.1 Das Publikum (in) der Wissenschaftsgeschichte

Zum Verhältnis von Wissenschaftsgeschichte und Öffentlichkeit gibt es innerhalb der Community nur wenig differenzierte Konzepte, obwohl gerade die aktuelle Situation der akademischen Wissenschaftsgeschichte die Aufmerksamkeit auf eigene Publika lenken sollte. Mit Verweis auf sein Konzept der „Hyper-Professionalisierung“ und dessen Konsequenzen erklärt Shapin:

„If traditional ‚big pictures‘ are not the solution to the crisis in readership, nevertheless, a certain connectedness must be. In my own line of work, a maxim of method - not an epistemological evaluation - has been to treat science as a typical form of culture. Whatever can be learned from the detailed,

(Biagioli 2009: 820 f.) oder seinen älteren Hinweis darauf, dass auch der neuere, lokal orientierte Zugang eine Art grand narrative darstellt (vgl. Fußnote 19 der vorliegenden Arbeit).

²³Auch Jardine (2001: 200) beschreibt eine Art „cultural turn“, der das Fach langfristig in die allgemeine Geschichte integriert.

²⁴Auch Fuller (1997: 256) strebt eine „science being embedded in general history“ an.

naturalistic study of a particular scientific practice may be applied to our overall understandings of knowledge and the conditions of its making. Studies of science can therefore engage the interests of anyone concerned with culture, cognition, language, or social or material practice.“ (Shapin 2005: 242)

Shapin beschließt daher seine Analyse der „Hyper-Professionalisierung“ mit dem Vorschlag, man solle seine Forschung zumindest fiktiv an den Besuchern und Besucherinnen einer Dinner-Party testen, denen man erklärt, was man in seinem Projekt untersucht und warum man dies tut. Dieser Versuch könne zwar scheitern,

„[b]ut if you succeed, my advice would be to write down what you have said and consider framing your next academic exercise in exactly the same terms. You may not want to do so every time - after all, tenure, promotion, and prizes put bread on the table - but think about it if you want your work to be widely read. Who knows? It may start a trend.“ (ebd.: 243)

Ein solcher „trend“ liegt aber eigentlich in der Natur des Faches, die Rheinberger (2004: 54) als „Grenzexistenz“ beschreibt. Die Wissenschaftsgeschichte ist zwischen den „zwei Kulturen“ angesiedelt und daher für beide Seiten irritierend, für die Naturwissenschaften aufgrund des von ihr produzierten historischen Wissens, für die Geisteswissenschaften wegen der nötigen naturwissenschaftlichen Fachkompetenz (ebd.: 54 f.). Sie ist daher als eine Mittlerin zu verstehen, der die Naturwissenschaften als kulturelle Praxis zu beschreiben vermag, gleichzeitig aber auch deren „unique role“ (Kragh 2007: 106, auch Hagner 2001b: 31) betont. Diese Sonderstellung, die sich in ihrer wechsellvollen historischen Entwicklung und der intensiven Auseinandersetzung sowohl mit naturwissenschaftlichen als auch geisteswissenschaftlichen Interessen und Problemstellungen zeigt, ist ein wesentliches Moment der Wissenschaftsgeschichte. In den USA beispielsweise ist ihre „professionalization“ insbesondere von wissenschaftspädagogischen Interessen geprägt, die in den historischen Lehrmaterialien im Rahmen des „Harvard Project Physics“ während der 1950er Jahre ihren Niederschlag finden. An deren Entwicklung waren einige der später bedeutendsten amerikanischen Wissenschaftshistoriker – etwa I. Bernhard Cohen, Thomas S. Kuhn und Gerald Holton – beteiligt (Dennis 1997: 12 ff.). Solche Verschränkungen prädestinieren das Fach für eine Beschreibung der Naturwissenschaften, aber auch für die Kommunikation dieser Beschreibung – insbesondere gegenüber fachfremden Interessengruppen. Nicht nur in den Augen Shapins ist die Krise der Wissenschaftsgeschichte daher immer auch eine Auseinandersetzung mit (potentiellen) Publika.

Auch auf der inhaltlichen Ebene ist das Phänomen Publikum in den letzten Dekaden in den Blick der Wissenschaftsgeschichte geraten, die sich verstärkt der Popularisierung und Öffentlichkeit der Naturwissenschaften zuwendet. Wissenschaftshistorische Analysen zeigen immer häufiger und in immer differenzierterer Weise die komplexen Wechselwirkungen zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit in früheren Phasen der Wissenschaftsentwicklung. Heute werden dafür eine Vielzahl von Analyseebenen unterschieden: „Transformation over Time and Causality“, „Actors and Agency“, „Practices, Markets, and Consumption“, „Presentation and Performance“, „Authority and Meaning“ und „Communication and Transfer across Borders“ (Daum 2009: 328 ff.). Damit geraten auch die ‚Anderen‘ in den Blick,

„the lay public, amateur practitioners, charlatans, pseudoscientists, and the like. The history of science should no longer be isolated from the history of the public’s attitude toward science.“ (Bensaude-Vincent 2009: 366)

Implizit ist damit auch die naturwissenschaftliche Bildung an Schule und Hochschule eingeschlossen, die in den letzten Jahrzehnten verstärkt Aufmerksamkeit erfährt, insbesondere für die Frühphase institutionalisierter Ausbildung im 19. Jahrhundert und auch in der Analyse historischer Lehrwerke (vgl. Kap. 2.3.3). Für Kaiser (2005a; 2005b) stellt die Geschichte der Naturwissenschaftspädagogik gar eine neue und zentrale analytische Kategorie der Wissenschaftsgeschichte dar:

„In short, historically contingent, culturally specific regimes of training tether the netherworld of scientific ideas and practices. As such, pedagogy offers historians of science a major theme with which to compare and combine otherwise disparate case studies. Moreover, the central role of training extends far beyond the sciences, allowing for greater interactions with scholars in neighboring branches of history, sociology, and anthropology.“ (Kaiser 2005a: 251)

Die analytische Schärfe, mit der Publika der Naturwissenschaften untersucht werden, hat jedoch kaum Einfluss auf den Umgang der Wissenschaftsgeschichte mit eigenen Publika. Zwar gibt es innerhalb des Faches Positionen zum ‚Mehrwert‘ der Wissenschaftsgeschichte etwa für die Felder Gesellschaft, Politik, Naturwissenschaften und Naturwissenschaftspädagogik, die repräsentativ in der Isis-Focus-Section „What is the Value of History of

Science?“ (2008: 318–373) diskutiert wurden.²⁵ Die Fragen allerdings, wie Wissenschaftsgeschichte außerhalb der eigenen, akademischen Disziplin und damit innerhalb ihrer *anderen* Kontexte funktioniert, welche Eigenschaften sie dort hat und was das Fach zu diesen Formen beitragen kann, ist nur selten Gegenstand des Diskurses. Dies ist umso irritierender, da, wie gezeigt wurde:

- die kritische Auseinandersetzung mit den Darstellungsmodi von Wissenschaftsentwicklung (Stichwort „big picture“) ein wesentliches Element in der Entwicklung hin zur aktuellen Krise darstellt,
- sich die Wissenschaftsgeschichte in ihrer „Grenzexistenz“ mit zahlreichen Publika auseinandersetzt und
- eine „Popularisierung“ schon immer Teil der Fachentwicklung war.

Erste Ansatzpunkte für einen sich verändernden Umgang mit anderen Formen von Wissenschaftsgeschichte werden im Folgenden aufgezeigt.

2.3.2 Die Auseinandersetzung mit ‚populärer‘ Wissenschaftsgeschichte

Seit den 1990er Jahren ist die ‚populäre‘²⁶ Wissenschaftsgeschichte ein ausgesprochen erfolgreiches Genre auf dem kommerziellen Buchmarkt. Sie tritt damit gewissermaßen in die Fußstapfen populärwissenschaftlicher, nichthistoriographischer Bestseller wie Richard Dawkins „The Selfish Gene“ (1976) oder Stephen Hawkings „A Brief History of Time“ (1988). Als erste und berühmteste Erfolgs-Wissenschaftsgeschichte gilt weithin Dava Sobels (1995) Roman „Longitude. The True Story of a Lone Genius Who Solved the Greatest Scientific Problem of His Time“, welcher sich viele hunderttausend Male verkaufte und in über 20 Sprachen übersetzt wurde. Bill Bryson (2003) konnte 2004 und damit innerhalb eines Jahres nach Veröffentlichung unglaubliche zwei Millionen verkaufte Exemplare seines Werkes „A Short History of Nearly Everything“ vermelden (Govoni 2005: 5). Beeindruckend ebenfalls Daniel Kehlmanns (2005) „Vermessung der Welt“, die inzwischen in über 40 Sprachen vorliegt, allein in Deutschland mehr als eine Million Mal verkauft wurde und auf Platz 7 der Bestsellerliste des Deutschen Buchhandels von

²⁵ Neben naheliegenden Aufgaben in der naturwissenschaftlichen Ausbildung und humanistischen Bildung bzw. ‚Unterhaltung‘ (Maienschein 1999, 2000) wird sie auch als Hilfsmittel für den naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinn (Brush 2007; Chang 1999; Hamilton & Wheeler 2008; Hull 2000; Keller 2007; Maienschein, Laubichler & Loettgers 2008; Masur 1993 zeigt dies für das Geschichtsbild von Stephen J. Gould) oder für politische Entscheidungsfindung (Berridge 2003; Heilbron 1987; Maienschein 2001a,b; Wang & Oreskes 2008) verstanden.

²⁶Vgl. Fußnote 2 auf S. 11 der vorliegenden Arbeit.

2002 bis 2009 stand (Nickel 2008: 7). Auch wenn solche Erfolge in struktureller Hinsicht aufgrund der eigenwilligen Dynamik und Rückkopplungseffekte auf dem kommerziellen Buchmarkt schwer einzuschätzen sind, bleibt zumindest der Eindruck von einem Publikum, dass sich für Darstellungen historischer Wissenschaft interessieren und begeistern kann.

Das gesteigerte Interesse für Wissenschaftsgeschichte in der Öffentlichkeit wird auch im Fach registriert und trägt zu einer methodischen Reflexion ‚populärer‘ Formen bei, die erste Ergebnisse hervorgebracht hat. Govoni (2005: 5 ff.) unterscheidet drei mehr oder weniger klassische Strategien des Faches im Umgang mit ‚populärer‘ Wissenschaftsgeschichte: „Rejection“, „Detachment“ und „Imitation“.

„Rejection“, also ‚Zurückweisung‘, gründet in den Mängeln solcher ‚populärer‘ Formen aus Sicht des Faches, namentlich der Verbreitung unrealistischer, heroischer, nichtkonstruktivistischer und unterkomplexer Geschichtsbilder. Für die öffentliche Wahrnehmung des Faches resultiert daraus eine falsche Erwartungshaltung und damit das Desinteresse an ‚ernsthaften‘ wissenschaftshistoriographischen Manuskripten (vgl. auch Miller 2002: 188).

Mit der Strategie des „Detachment“ ist die Trennung der Diskurse professioneller und ‚populärer‘ Wissenschaftshistoriographie durch WissenschaftshistorikerInnen gemeint. Diese argumentieren teilweise, dass es zwischen den Darstellungsformen beider Zugänge kaum gemeinsame Interessen gäbe, weshalb sie auch nicht interagieren müssten.

Im Rahmen von „Imitation“ als dritter Strategie versucht die akademische Wissenschaftsgeschichte gewisse Merkmale ihres ‚populären‘ Pendants positiv für sich zu besetzen. So vergibt etwa die British Society for the History of Science seit 1997 — und damit inmitten der Wissenschaftsgeschichtswelle auf dem kommerziellen Buchmarkt — den „Dingle-Prize“, der herausragenden ‚populären‘ Darstellungen der akademischen Wissenschaftsgeschichte gewidmet ist (Govoni 2005: 12; Fyfe & Smith 2006: 471). Es handelt sich um eine Art ‚Qualitätssiegel‘, mit dem die HistorikerInnenzunft bestimmte ‚populäre‘ Darstellungen aufzuwerten sucht.²⁷

Alle drei Strategien sind in gewissem Sinne ‚reaktiv‘, allerdings mit sinkender Intensität: Im Rahmen der ersten verteidigen Wissenschaftshistorikerinnen und Wissenschaftshistoriker ihre Ideale gegenüber einer Öffentlichkeit, die offensichtlich nur schlechte Geschichtsschreibung rezipiert (und auch rezipieren will) und bleiben deshalb bei ihrer

²⁷Letzter Preisträger war 2009 Thomas Dixon (2008) mit „Science and Religion. A Very Short Introduction“, der erste Preis ging 1997 an Adrian Desmond und James Moore (1992) für „Darwin“.

akademischen Zielgruppe. Mit der zweiten grenzen sie diese Formen als etwas ab, das keine Beziehungen zu ihrem eigenen Tun aufweist. Und innerhalb der letzten bemühen sie sich um ein Aufsatteln auf das momentan große Interesse an Wissenschaftsgeschichte in der Gesellschaft und forcieren die Popularisierung aus dem eigenen Fach heraus – allerdings eher in einer Form von Mimikry und ohne wirkliche Reflexion.²⁸

Dass aber eine differenzierte, ‚aktive‘ Auseinandersetzung mit diesen anderen Formen von Wissenschaftsgeschichte nicht nur möglich, sondern auch sinnvoll ist, wird in einer focus section der bedeutenden wissenschaftshistorischen Fachzeitschrift „Isis“ unter dem Titel „History of Science and Historical Novels“ (2007: 755-795) vorgeführt. In den Beiträgen lassen sich zwei wesentliche Diskussionsebenen ‚öffentlicher‘ Wissenschaftsgeschichte unterscheiden:

1. Es findet eine kritische Auseinandersetzung mit solchen Texten aus wissenschaftshistorischer Perspektive statt.
2. Diese Rezeption wird auf das Fach Wissenschaftsgeschichte rückprojiziert, um daraus Empfehlungen für die eigene, professionelle und ‚populäre‘ Textproduktion abzuleiten.

Innerhalb des Faches werden vor allem auflagenstarke Texte diskutiert, etwa die Werke Dava Sobels, die mit „Longitude“, wie bereits erwähnt eine der bekanntesten wissenschaftshistorischen Publikationen der letzten Dekade verfasste. Sobels Werke haben Principe (2007) zufolge Vorbildcharakter, da sie sich durch einen klaren Stil und faktische Korrektheit auszeichnen; es handelt sich um historiographisch informierte, sich am akademischen Fachdiskurs orientierende Texte, auch wenn akademische Sekundärliteratur nicht angeführt wird. Darüber hinaus gelten Sobels Texte auch unter WissenschaftshistorikerInnen als ungewöhnlich komplex für kommerziell erfolgreiche Darstellungen. Dies lässt sich als Zeichen dafür deuten, dass innerhalb des Faches die Leserschaft stark unterschätzt wird (ebd.: 785) und es durchaus einen bisher kaum registrierten Bedarf an ‚guter‘ Wissenschaftsgeschichte gibt (Govoni 2005: 15). Allerdings sind die Erzählungen Sobels und natürlich auch Kehlmanns „Vermessung der Welt“²⁹ vermutlich die seltenen Ausnahmen im Feld ‚populärer‘ Wissenschaftsgeschichte, auf das die akademische

²⁸Miller leitet im Rahmen dieser reaktiven Strategien zwei Empfehlungen ab: Erstens sollten WissenschaftshistorikerInnen ‚populäre‘ Darstellungen schreiben, um den ‚Anderen‘ zuvorzukommen, als Ergänzung zu ihren professionellen Texten und Zweitens sollten sie die vorhandenen Popularisierungen Begutachtungen unterziehen, um über Reviews aufzuzeigen, wie die professionelle Haltung dazu aussieht (vgl. Miller 2002: 197).

²⁹Zum Diskurs darüber vgl. Nickel (2008) und Heft 177 der Zeitschrift „Text + Kritik“ (Arnold 2008).

Auseinandersetzung praktisch nie Einfluss hat und das auf Primärliteratur oder eigene Forschungsleistungen sonst weitestgehend verzichtet (Brush 2007: 13).³⁰

Gleichzeitig bleiben zwei Grundmerkmale belletristischer Literatur erhalten, die aus Fachperspektive problematisch sind und häufig kritisiert werden: Die Fokussierung auf Konflikte und Charaktere. Mit der Konzentration auf Individuen werden die Erzählmöglichkeiten stark einschränkt, Konflikte bergen die Gefahr einer Schwarz-Weiß-Zeichnung (Gascoigne 2007: 776). Es entstehen häufig „heroic science stories“, für die Schaffer (2000/2001: 5) bezüglich des Wissenschaftsbildes zwei zentrale Merkmale beschreibt: Erstens werden kollektive Entwicklungen auf ein bestimmtes Ereignis (*die* Entdeckung) reduziert, zweitens gerät so das kulturelle und soziale Umfeld zum Hindernis und zur Quelle systematischer Fehler, weshalb nur das Individuum Wahrheit zu produzieren scheint.

Diese problematischen Eigenheiten ‚populärer‘ Darstellungen lassen sich aber durch die zahlreichen positiven Merkmale ausgleichen, die eine wissenschaftshistoriographische Reflexion aufdecken kann:

„[A]s works of historical fiction considered on their own merits, drama and novels may help us reflect on general attitudes to history as well as offering technical contributions to our writing as historians. To realize their potential in this respect, we need to think of literary texts as more than imperfect history, as harboring potentially much richer meanings. To read them with an open mind can contribute to historical writing and understanding in sometimes quite subtle ways, even challenging our basic conception of historical inquiry and the status of the knowledge it yields.“ (Golinski 2007: 759)

Mit dieser Passage beendet Jan Golinski seine Einleitung der oben genannten Isis-Focus-Section nach einer ausführlichen Diskussion von Michael Frayns Theaterstück „Copenhagen“, dass fiktive Gespräche zwischen Werner Heisenberg und Niels Bohr über den Bau der ersten Atombombe zum Inhalt hat.³¹ Sie lässt sich als Formulierung einer vierten Strategie verstehen, die den von Govoni benannten an die Seite gestellt werden soll:

³⁰Principe (2007) beschreibt innerhalb der Focus-Section Gleesons „Arcanum“ (1998) als eine Popularisierung dieser Art.

³¹Bezeichnender Weise ist Frayns „Copenhagen“ auch Gegenstand eines eigenen Sammelbandes, in welchem zwölf WissenschaftshistorikerInnen das Stück aus verschiedensten Perspektiven kommentieren. Michael Hagner (2001c), der darin abschließend die Rolle nichtakademischer Wissenschaftsgeschichtsdarstellungen bespricht, diskutiert in besonderem Maße die Möglichkeit ihrer Reflexion in das Fach hinein.

Die Reflexion von Merkmalen und Eigenschaften ‚populärer‘ historischer Darstellungen auf die akademische Wissenschaftsgeschichtsschreibung. Entsprechend werden „historical novels“ wie der „Vermessung der Welt“ als eine Möglichkeit gesehen, grundlegend anders als in akademischen Texten nach dem Verhältnis von historischer Evidenz und historiographischem Text zu fragen (Olesko 2007: 763). Von dieser Andersartigkeit können durchaus auch ‚ernsthafte‘ wissenschaftshistorische Texte profitieren (ebd.: 768; Gillispie 2007: 792 f.).

Gleichzeitig verlagert ‚populäre‘ Historiographie die Aufmerksamkeit auf die erzählerische Grundlage des Textes – die story. Für die Historiographie ist die Erzählung als Form anders als in der Literatur vor allem Mittel zum Zweck; ‚populäre‘ historiographische Texte bieten aber in der Reflexion die Möglichkeit, Shapins Hyperprofessionalisierung entgegenzuwirken und damit leserorientierter zu arbeiten (Gascoigne 2007: 778).

Die Reflexion ‚populärer‘ Texte arbeitet sich damit hauptsächlich an kommerziell erfolgreichen Texten ab, die einer literarischen Großform – der historical novel, dem historischen Roman oder auch dem Drama – zugeordnet werden können. Dieser Diskurs über andere, insbesondere literarischen Formen von Wissenschaftsgeschichte ist für das Fach ein recht junger Trend, sofern man in Anbetracht der Dimension überhaupt von einem Trend sprechen kann. Während sich die Geschichtswissenschaft im Zuge des „narrative turn“ intensiv mit den formalen Merkmalen der eigenen Texte als Literatur auseinandersetzte,³² blieb die Wissenschaftsgeschichte davon weitestgehend unberührt.³³ Der einzige systematische Versuch in diese Richtung scheint immer noch William Clarks Aufsatz „Narratology and the History of Science“ (1995) zu sein, in welchem bedeutende Werke der jüngeren Wissenschaftsgeschichte als Ausdrucksformen klassischer literarischer Erzählmodi gedeutet werden.³⁴

³²Einen kurzen aber recht komplexen Einblick in den „narrative turn“ und dessen ProtagonistInnen gibt Goertz (2001).

³³Allein der Biographie und den damit verknüpften Problemen historiographischer Repräsentation widmet sich ein Sammelband „Telling Lives in Science. Essays on Scientific Biography“ (Shortland & Yeo 1996).

³⁴Zuletzt setzte sich Ende 2010 die Isis-Focus-Section „History of Science and Literature and Science. Convergences and Divergences“ (2010: 555-598) mit dem Verhältnis der Wissenschaftsgeschichte zur Literaturwissenschaft auseinander, bezogen allerdings auf den gemeinsamen (textuellen) Gegenstand, weniger disziplinäre Praktiken.

2.3.3 Wissenschaftsgeschichte in der naturwissenschaftlichen Ausbildung

Am anderen Ende des Spektrums ‚öffentlicher‘ Wissenschaftsgeschichte findet man die aus wissenschaftshistorischer Fachperspektive sicherlich bruchstückhaften, oberflächlichen und vielleicht auch banalen historischen Darstellungen der naturwissenschaftlichen Bildung. Analysen solcher Formen aus der Perspektive des Faches sind bisher kaum vorhanden.

Als junges wissenschaftshistorisches Forschungsfeld erhält die naturwissenschaftliche Ausbildung im Zuge der Publikumsorientierung derzeit besondere Aufmerksamkeit (vgl. Kap. 2.3.1). Insbesondere die institutionalisierte Ausbildung ist allerdings analytisch immer noch von den Arbeiten Polanyis zum impliziten Wissen praktischer Ausbildung („tacit knowledge“) und Kuhns Paradigmenkonzept geprägt und wurde damit seit etwa 50 beziehungsweise 30 Jahren konzeptionell nicht aktualisiert (Kaiser 2005a: 2; vgl. auch Warwick & Kaiser 1989). Zwar lässt sich eine Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlicher Ausbildung in der Wissenschaftsforschung bis zu Ludwig Fleck und damit in die 1930er Jahre zurückverfolgen; die Wirkung dieser Analysen auf die wissenschaftshistorische Forschung blieben allerdings gering und auf bestimmte Nischen beschränkt (Olesko 2006). So sind Chemie- und Physiklehrbücher als Ausbildungsinstrumente insbesondere für das 18. und frühe 19. Jahrhundert verhältnismäßig intensiv untersucht worden (vgl. etwa Clark 1997; Haupt 1987; Lind 1992; Lundgren & Bensaude-Vincent 2000), während die Forschung etwa für die Zeit um 1900 vor allem Fragen der gesamtgesellschaftlich orientierten Wissenschaftspopularisierung aufarbeitet (Daum 1998; Schwarz 1999). In diesen Arbeiten stehen fachwissenschaftliche Inhalte in ihren zahllosen Facetten im Zentrum der Aufmerksamkeit; Wissenschaftsgeschichte als Teil von Popularisierung spielt darin keine Rolle, wie sie auch in Oleskos (2006) Überblick zu wissenschaftshistorischer Forschung auf dem Gebiet der Geschichte der Wissenschaftspädagogik nicht thematisiert wird.

Eine Ausnahmestellung hat bis heute der schon mehrfach genannte Physiker Thomas S. Kuhn inne, der sich insbesondere in seinem Werk „Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen“ mit naturwissenschaftlicher Ausbildung und der Rolle von Wissenschaftsgeschichte darin auseinandersetzte (vgl. Fußnote 13 auf S. 20 der vorliegenden Arbeit). Ausgehend vom Begriff des „Paradigmas“, was so viel wie Musterbeispiel bedeutet, beschreibt Kuhn in seinem Werk Naturwissenschaft als eine Praxis, die anhand bestimmter repräsentativer Beispiele geschult wird. Es bildet sich auf diese Weise ein ‚Set‘ disziplinär

standardisierter Herangehensweisen an Natur heraus, dass wissenschaftliche Erkenntnis ermöglicht. Dazu müssen die Beispiele aber deutlich mehr transportieren, als bloß heuristisches Handwerkszeug. Vielmehr begreift Kuhn das Paradigma einer Disziplin als Konglomerat aus metaphysischen Grundannahmen, spezifischen wissenschaftlichen Methoden und Arbeitstechniken, Theorien und Kommunikationsformen. Daraus konstituiert sich eine „Normalwissenschaft“, die sich durch das Lösen von Problemen auszeichnet, die innerhalb des Paradigmas als relevant angesehen werden. Die Normalwissenschaft wird von Phasen der „Revolution“ abgelöst, in denen die standardisierten Erkenntnismöglichkeiten des vorhandenen Paradigmas in Frage gestellt und mehr oder weniger umfassend durch neue ersetzt werden.

Für die Fragestellung der vorliegenden Studie ist an Kuhns Konzept besonders hervorzuheben, dass die disziplinäre Wissenschaftsgeschichte im Lehrbuch eine bestimmte, das Paradigma stabilisierende Funktionen ausübt. In den Worten Kuhns (1996) sind Lehrbücher „pädagogische Vehikel für das Fortbestehen der normalen Wissenschaft“, daher „verschleiern sie zwangsläufig nicht nur die Rolle der Revolutionen, die sie hervorgebracht hat, sondern sogar deren Existenz.“ (Kuhn 1996: 148) Wissenschaftsgeschichte hat in der Ausbildung damit die Funktion inne, eine in dieser Form nicht existierende Kontinuität von Forschung auch über radikale Umbrüche hinweg zu rekonstruieren und dient damit gewissermaßen als ideologisches Werkzeug.

„Charakteristischerweise enthalten wissenschaftliche Lehrbücher nur wenig Geschichtliches, und zwar entweder in einem einführenden Kapitel oder häufiger in gelegentlichen Hinweisen auf die großen Helden eines früheren Zeitalters. Durch solche Hinweise erhalten Studierende und Fachleute das Gefühl, sie nähmen Teil an einer beständigen historischen Tradition.“ (ebd.: 149)

Dies hat für Kuhn eine durchaus normative Konnotation (Kindi 2005: 729): Naturwissenschaftliche Ausbildung nutzt diese Form der Geschichte, um zu zeigen, wie Wissenschaft betrieben werden sollte. Auf der Grundlage Kuhns untersuchte Skopek (2011) diese Nutzung von Geschichte in den ersten amerikanischen Universitätslehrbüchern für Genetik im frühen 20. Jahrhundert. Darin wurden verschiedene Forschungsarbeiten nicht zuletzt Mendels und Morgans in besonderer Weise didaktisch aufbereitet. Sie fungierten als

„virtual historical environments – a reconstruction of the past in which the student was socialized, developing the tacit skills needed to see, discriminate, and evaluate with the geneticists’ approach.“ (ebd.: 218)

Dieses Vorgehen, dass in anderen biologischen Subdisziplin nicht in dieser Intensität vorzukommen scheint (Skopek 2011: 221 f.), vereinfacht die Reproduktion und Kommunikation disziplinärer Praktiken. Eng damit verbunden ist ein von Kuhn beschriebener Nebeneffekt der pädagogischen Vereinfachung wissenschaftlicher Erkenntnisse und Erkenntnisprozesse im Lehrbuch: Die Auftrennung historischer Zusammenhänge zum Zwecke der Systematisierung dekontextualisiert Experimente, Methoden und Theorien und isoliert sie voneinander. Die Bedeutung einzelner historischer AkteurInnen oder historischer Forschungsprozesse entsteht damit im Lehrbuch neu und unterscheidet sich deutlich von einer historiographischen Einschätzung, wie Kuhn am Beispiel Robert Boyles zeigt (Kuhn 1996: 153 f.). Sie erscheinen nun als Anekdoten eines linearen Voranschreitens der Disziplin, in welchem zu allen Zeiten und mit gemeinsamen Zielen Wissen angehäuft wird.

In Lehrbuchgeschichte verschränkt sich damit Kuhn zufolge eine bestimmte Funktion im Rahmen des Paradigmas mit einer gewissen ‚Medienökonomie‘. Die Darstellungen sind damit nicht nur ideologisch überformt, sondern werden auch von den Bedingungen der Textgattung ‚Lehrwerk‘ bestimmt. Diese Verschränkung prägt den Umgang mit Wissenschaftsgeschichte während der ersten Ausbildungsjahre, die in den Naturwissenschaften vor allem über Lehrbücher stattfindet – anders als in den Geisteswissenschaften, in denen die Lektüre von ‚Klassikern‘ und damit die Auseinandersetzung mit selbst schon historischen Texten im Vordergrund steht (ebd.: 176 ff.).³⁵

Unterschiede findet man aber nicht nur zwischen den „zwei Kulturen“, sondern auch im Verlauf der naturwissenschaftlichen Ausbildung selbst. So unterscheiden sich die Geschichtsrepräsentationen in frühen Ausbildungsphasen wesentlich von solchen späterer, postgradualer, wie Sharon Traweek aus einer Science-Studies-Perspektive heraus in ihrem ethnomethodologischen Werk „Beamtimes and Lifetimes. The World of High Energy Physicists“ (1988) zeigen konnte. Sie stellt an einem undergraduate-Lehrbuch der Physikerausbildung dar, dass sich solche Werke einer spezifischen Rhetorik bedienen:

„[T]he use of adverbial phrases (‘around the turn of the century,’ ‘then,’ ‘today,’ ‘now,’ ‘to date,’), implies that the ideas that constitute the current canon

³⁵Daraus lässt sich auch die These entwickeln, dass die unterschiedliche Organisation historischer Auseinandersetzung zwischen Natur- und Geisteswissenschaften auf den Umgang mit früheren Fachentwicklungen rückführbar ist. Während in den Geisteswissenschaften aufgrund der ‚Klassiker-Kultur‘ nichts wirklich der Vergangenheit angehören kann, ist hier Geschichte ein Kernbestandteil disziplinärer Sozialisation. In den Naturwissenschaften hingegen spielt die Abgrenzbarkeit von früher und heute eine größere Rolle.

of physics actually emerged chronologically in this ‚logical‘ order. (Traweek 1988: 77)

Damit wird subtil in das Geschichtsbild der wissenschaftlichen Gemeinschaft eingeführt, was vor allem über unmittelbare Vorgänger geschieht, die gegenwärtig bedeutsame Ideen mitentwickelt haben. Es dominiert in dieser frühen Ausbildungsphase der „romantic hero“ als Modus der Darstellung. In solchen Lehrbüchern erscheint die Wissenschaftsentwicklung als Produkt einzelner, großer Männer und völlig unabhängig von Gesellschaft und Politik (ebd.: 76 ff. vgl. auch S. 31 f. der vorliegenden Arbeit).

Der Darstellungsmodus ändert sich jedoch im Laufe der Ausbildung; im Graduate-Bereich werden für die Geschichten andere Medien und Formen genutzt (ebd.: 81 ff.) – die Geschichten werden beispielsweise mündlich in Praktika weitergegeben und handeln nicht mehr von „romantic heroes“, sondern „heroes of high mimesis“. Diese sind zwar in bestimmter Hinsicht herausragende Persönlichkeiten, aber keine ‚Übermenschen‘ mehr.

„The novice physicists, about to escape the power of their texts and teachers, have already begun to draw their heroes from their own kind.“ (ebd.: 85)

Traweek zufolge ist es eine Eigenheit des naturwissenschaftlichen Ausbildungsbetriebes, dass man zu Beginn seiner Ausbildung nur mit ‚Super-Naturwissenschaftlern‘ konfrontiert wird, für Doktoranden und Post-Docs und damit in der Phase der Einbindung in die scientific community jedoch grundlegend andere Rollenmuster wichtig werden, die sich stärker an der alltäglichen Praxis und deren Bewältigung orientieren.

Traweeks Differenzierung von Geschichtsdarstellungen ist für die vorliegende Analyse von Lehrbuchdarstellungen in zweifacher Hinsicht interessant: Erstens zeigt sie elaborierte, hochindividualisierte Formen von Wissenschaftsgeschichte, die nicht in Standardtexten vermittelt werden und daher einer Textanalyse weitestgehend unzugänglich sind. Zweitens handelt es sich bei der anderen, textbasierten Form von Wissenschaftsgeschichte um eine ausgesprochen stabile Entität, die ein spezifisches, für (Noch-)Nicht-Mitglieder der scientific community bestimmtes Wissenschaftsbild transportieren soll.

Gemeinsam ist allen narrativen Formen innerhalb der naturwissenschaftlichen Bildung aber eine Grundtendenz, die Myers (1994) in einer Rhetorikanalyse des biologischen Diskurses über ‚split genes‘ an research papers, review articles und ‚populären‘ Darstellungen gleichermaßen aufweisen kann:

„Different levels of narratives, following research protocols, researchers‘ careers, the changes in the discipline, the evolution of molecules, or the process

of transcription itself, are interwoven to show the intrusion of the contingent stories of humans into the timeless processes of biology.“ (Myers 1994: 117)

2.4 Zusammenfassung

Die Wissenschaftsgeschichte als Fach ist ein hochdifferenziertes Forschungsfeld mit einer komplexen Entwicklung. Als Disziplin mit „Grenzexistenz“ hat sie Zugang zu beiden Kulturen und ist deshalb in der Lage, die verschiedensten Analyseebenen in die Betrachtung einzubeziehen. Diese Fähigkeit zur Integration multidisziplinärer Zugänge in die Beschreibung von Wissenschaft bestimmt wesentlich die Entwicklung des Faches Wissenschaftsgeschichte während des 20. Jahrhunderts. Die Konsequenz dieser Entwicklung ist eine Orientierungs- und Sinnkrise, derer das Fach auf unterschiedliche Weise habhaft zu werden versucht. Eine dieser Strategien ist die Auseinandersetzung mit den Publika von Wissenschaftsgeschichte, die allerdings erst in Ansätzen stattfindet und bisher ihren Schwerpunkt auf historische Romane, Dramen und andere literarische Formen legte. Einer anderen Form öffentlicher Wissenschaftsgeschichte in Gestalt historischer Darstellungen der Wissenschaftspädagogik und den dort vorzufindenden Entwicklungen und Konzepten hat das Fach bisher nur sehr wenig Aufmerksamkeit zuteil werden lassen. Sie ist dort ‚Beiträger‘ von Aussagen und Fallbeispielen und sich darüber bewusst, analysiert und beschreibt diese Rolle jedoch nur selten. Gleichzeitig setzt sich das Fach verstärkt mit der Geschichte der Publika von Naturwissenschaften auseinander, rekonstruiert die gesellschaftliche Rolle naturwissenschaftlicher Bildung in früheren Zeiten und analysiert deren Bedeutung für die Herausbildung moderner Gesellschaften. Nur gelegentlich und unsystematisch wird jedoch die Wissenschaftsgeschichte als Teil dieser (Aus-)Bildungspraktiken untersucht.

Ein aktueller Forschungskontext, an den eine Analyse wissenschaftshistorischer Passagen in Lehrwerken angeschlossen werden könnte, existiert daher nicht.³⁶ In Anbetracht der großen Bedeutung von Publika für das disziplinäre Selbstverständnis (vgl. Kap. 2.3.1) und die Außenwahrnehmung des Faches ist dies nicht unproblematisch. Die vorliegende Studie bietet damit die Gelegenheit, das disziplinäre Selbstverständnis und damit die Besonderheiten des Faches aufzuweisen und seine gesellschaftliche Relevanz unter Beweis

³⁶Einen Überblick über den Stand der Forschung zu Lehrwerken innerhalb der Wissenschaftsgeschichte gab jüngst Vicedo (2012) in einer Focus-Section der Zeitschrift *Isis* unter dem Titel „Textbooks in the Sciences“ (2012: 83-183).

zu stellen. Wissenschaftsgeschichte in pädagogischen Zusammenhängen ist eben nicht nur ein Forschungsgegenstand, sondern auch ‚populäre‘ Geschichte mit einem ausgesprochen großen Publikum außerhalb akademischer HistorikerInnenkreise.

Es ist daher danach zu fragen, was die Wissenschaftsgeschichte als Fach in der Analyse ‚pädagogischer‘ Wissenschaftsgeschichte zu leisten vermag. Als reflexive Kulturwissenschaft analysiert sie nicht nur historische Gegenstände sondern auch Merkmale, Konstruktion und Sinnstiftung deren historiographischer Repräsentationen. Sie tut dies üblicherweise innerhalb des Fachdiskurses, wie sich an Kuhn beziehungsweise Traweek sowie der aktuellen Auseinandersetzung mit dem Publikum von Wissenschaftsgeschichte zeigen lässt. Diese Arbeiten spiegeln ein historisch geschultes Bewusstsein für die Bedingungen, denen Geschichte in Ausbildungszusammenhängen unterliegt und das auch für diese Studie fruchtbar gemacht werden soll.

Gleichzeitig hat die Wissenschaftsgeschichte als Fach aufgrund ihrer eigenen Geschichte ein Bewusstsein für Deutungsmuster (z. B. „grand narrative“ vs. „microhistory“), Schwerpunktsetzungen in der Beschreibung von Vergangenheit (z.B. „Internalismus“ und „Externalismus“) und zugrundeliegende Geschichtskonzepte (v. a. „whig“, „positivistisch“, „postpositivistisch“). Mit deren Hilfe werden nicht nur bestimmte und unterschiedliche Deutungen der Vergangenheit erzeugt, sondern lassen sich im Anschluss daraufhin auch wieder analysieren. Die Wissenschaftsgeschichte spiegelt damit heute eine Pluralität historischer Zugänge, deren Rolle für die naturwissenschaftliche Bildung im Allgemeinen und für Schulbücher im Besonderen untersucht werden kann. Sie setzt dabei vielleicht andere Schwerpunkte als eine rein wissenschaftspädagogische Analyse, hält gleichzeitig aber die Möglichkeit offen, diese Zugänge auf neue Weise zusammenzuführen. Es handelt sich dabei um eine Kernkompetenz des Faches, die auch der vorliegenden Studie zugrunde liegen soll. So lässt sich der pädagogischen Perspektive eine metawissenschaftliche an die Seite stellen, die neue Impulse geben kann und den ‚Blick über den Tellerrand‘ wagt.

Zusammenfassend sind zwei Aspekte zeitgenössischer akademischer Wissenschaftsgeschichte hervorzuheben:

1. Ihre Möglichkeit, Darstellungen von Vergangenheit als spezifische Zugänge zu Wissenschaft und ihrer Entwicklung zu beschreiben und sie als Darstellungspraktiken inner- und außerhalb des Faches zu reflektieren.

2. Ihre Fähigkeit, zwischen den Kulturen der Natur- und Geisteswissenschaften eine Mittlerrolle einzunehmen, die als Meta-Perspektive die verschiedenen AkteurInnen und deren Perspektiven integriert.

Der Wissenschaftsgeschichte als Fach bietet sich gleichzeitig die Möglichkeit, ihre eigenen Darstellungspraktiken an denen eines anderen Bereiches historischer Repräsentation zu reflektieren. Für die Auseinandersetzung mit der Frage nach dem Publikum von Wissenschaftsgeschichte ist die Analyse von Formen, Funktionen und Effekten wissenschaftshistorischer Texte in der naturwissenschaftlichen Bildung ein nicht zu überschätzendes Instrument.

Dafür bedarf es allerdings eines Verständnisses der Grundlagen dieser anderen Form historischer Darstellungen. Da innerhalb der Wissenschaftsgeschichte die aktuelle Wissenschaftspädagogik kaum untersucht ist, soll im Anschluss die Perspektive der Wissenschaftspädagogik dargestellt werden. Davon ausgehend können dann in Kapitel 4 die Formen und Funktionen wissenschaftshistorischer Darstellung in der naturwissenschaftlichen (Aus-)Bildung fokussiert werden.

3 Naturwissenschaftliche Bildung - Eine Annäherung

„And what do you write about?

About the readers. Obviously, there's nothing else one should write about.“

Andrei Tarkowski: Stalker (1979), 16. Minute, [UT]

Da sich das Fach Wissenschaftsgeschichte erst in Ansätzen mit der naturwissenschaftlichen Bildung und ihren Kommunikationsformen auseinandergesetzt hat, soll im Folgenden systematisch in dieses Feld eingeführt werden. Im Zentrum stehen zunächst zwei Aspekte, die gleichzeitig für eine Einführung auf den Analysegegenstand historische Schulbuchdarstellungen genutzt werden: der Kommunikationsprozess naturwissenschaftlicher Bildung und seine Gegenstände. Dem ersten Aspekt wird im Rahmen einer Diskussion konkurrierender Publikumsmodelle für naturwissenschaftliche Bildung nachgegangen, dem zweiten mit einem zentralen Ziel naturwissenschaftlicher Bildung: einem Verständnis wissenschaftlicher Forschungsprozesse („nature of science“).

3.1 Konzepte

3.1.1 „Deficit model“ und „contextual model“

Seit den 50er Jahren des 20. Jahrhunderts werden zuerst in den USA und inzwischen weltweit Umfragen durchgeführt, die die Verbreitung von naturwissenschaftlichem Wissen, Wissen über Forschungsprozesse und Einstellungen gegenüber Wissenschaft in der Bevölkerung dokumentieren.³⁷ Diese Erhebungen sind Teil eines zentralen Forschungszweiges zur Wissenschaftskommunikation und dienen dazu, die sogenannte „scientific literacy“ (SL) zu erheben.³⁸ Das Konzept der „scientific literacy“, häufig übersetzt als

³⁷ Als Auslöser für das schnell wachsende Forschungsinteresse in diesem Bereich gilt der „Sputnik-Schock“ (Laugksch 2000: 72) und damit die Infragestellung der technologischen Vormachtstellung des ‚Westens‘ vor dem Hintergrund des ersten unbemannten Raumfluges der Sowjetunion im Jahre 1957.

³⁸ Heute ist dies die Grundlage praktisch aller Studien zur öffentlichen Wahrnehmung von Wissenschaft, vgl. Allum et al. (2008: 39).

„naturwissenschaftliche Grundbildung“ (z.B. Gräber & Nentwig 2002) entwickelte sich seit den 1950er Jahren in zahllosen Varianten und ist die Grundlage der intensiv diskutierten PISA (Programme for International Student Assessment)-Studie.³⁹ Für Jon D. Miller, der ab 1979 die Science and Engineering Indicators des National Science Board (NSB) betreute und dadurch der vermutlich einflussreichste SL-Akteur wurde, bezieht sich diese Kompetenz auf den Wissenschaftsteil der New York Times – wer die darin abgedruckten Artikel zu lesen und zu verstehen beherrscht, gilt ihm als „scientific literate“ (Miller 2004: 274). Dafür müssen Leserinnen und Leser über ausreichende Kenntnisse in drei Bildungsdimensionen verfügen:

1. „a basic vocabulary of scientific concepts“ [fachwissenschaftliche Inhalte der Texte],
2. „understanding of the process or methods of science for testing models of reality“ [der wissenschaftliche Erkenntnisprozess],
3. „awareness of the impact of science and technology on individuals and society“ [gesellschaftlicher Kontext von Wissenschaft] (Miller & Pardo 2000: 83).

Die amerikanischen „Indicators“, ebenso wie auch die „Euro-Barometer“-Umfragen der Europäischen Kommission und zahlreiche andere Studien erheben in vielen Nationen alle drei genannten Dimensionen naturwissenschaftlichen Wissens, und kommen immer wieder zu ausgesprochen ernüchternden Ergebnissen.⁴⁰

So wissen beispielsweise weit weniger als die Hälfte aller AmerikanerInnen und EuropäerInnen, dass ein Laser keine Schallwellen fokussiert und dass Elektronen kleiner als Atome sind. (vgl. ebd.: 88); über ein minimales „understanding of scientific inquiry“ verfügt den Studien zufolge ein Zehntel aller EuropäerInnen (ebd.: 96). Unter einem Drittel aller AmerikanerInnen und EuropäerInnen mit Studienabschluss sind interessiert an Wissenschaft und haben das Gefühl, gut darüber informiert zu sein, im Falle von Personen mit niedrigen Bildungsabschlüssen sind es hingegen nur 5% der EuropäerInnen

³⁹Für einen Einstieg verweise ich auf den Überblicksartikel von Laugksch (2000) und Shamos (1995: v.a. Kap. 2 u. 3). Zum SL-Konzept von PISA vgl. Rehm (2006: 25 f.); Schecker & Parchmann (2006: 49 f.). Einen Literaturüberblick zur Wissenschaftskommunikation gibt Weigold (2001).

⁴⁰Vgl. eine Metastudie von Miller & Pardo (2000) zu den älteren Umfragen „Euro-Barometer 38.1“ von 1992 und „Science and Engineering Indicators 1995“. Sowohl Europäer und Amerikaner erzielten jedoch bis zuletzt (European Commission 2005; National Science Board 2010) ähnliche Ergebnisse wie in den älteren Umfragen.

Die Eurobarometer-Erhebungen hatten bisher vermutlich wegen der Randständigkeit des Themas in der Anlage der Studien und der Abfrage nur einiger „attitudes“ keinen größeren Einfluss auf den Diskurs über naturwissenschaftliche Bildung, wurden jedoch häufig als Vergleichsmaterial für amerikanische Studien herangezogen, Grote & Dierkes (vgl. 2000: 343 ff.) sowie Miller & Pardo (2000).

und 4% der AmerikanerInnen (Miller & Pardo 2000: 102 ff.). Ein vergleichbares Gefälle ergibt sich auch bei individuellen Vorbehalten gegenüber Naturwissenschaften. Personen mit geringen Bildungsabschlüssen sind häufiger und stärker zurückhaltend gegenüber Naturwissenschaften sowie neuen Forschungszweigen wie der Gentechnologie als jene mit hohen Bildungsabschlüssen. (ebd.: 117).

Aus den Ergebnissen solcher Studien schließen KommunikationsforscherInnen und WissenschaftspädagogInnen, dass eine bedeutende Mehrheit der Bevölkerung sich durch ein geringes und teilweise falsches Wissen über naturwissenschaftliche Fakten, wenige und unzutreffende Vorstellungen über den naturwissenschaftlichen Forschungsprozess und ein niedriges Interesse an Naturwissenschaften auszeichnet. Außerdem ist in den Ergebnissen ein geringes inhaltliches und methodisches Wissen häufig mit Desinteresse oder gar negativen beziehungsweise feindlichen Einstellungen gegenüber Wissenschaften verknüpft, mangelnde naturwissenschaftliche Kenntnisse scheinen damit gar „racism, prejudice, hysteria, and fanaticism of all kinds“ (Matthews 1994: 5) hervorzurufen. Es wird deshalb von einer positiven Rückkopplung zwischen fachlichem Wissen und Einstellungen zu naturwissenschaftlicher Forschung ausgegangen. Mehr Wissen führt der Logik solcher Studien zufolge zu einer positiveren Einstellung gegenüber Naturwissenschaften und damit wiederum zu einer stärkeren Rezeption naturwissenschaftlicher Inhalte.

Auf Grundlage solcher Studien in den USA als auch in Europa und ihren ernüchternden Ergebnissen wurden während der letzten Jahrzehnte zahlreiche ressourcenintensive Programme ins Leben gerufen, um den aus Perspektive vieler WissenschaftlerInnen, PädagogInnen und PolitikerInnen erschreckend geringen Kenntnissen über Wissenschaft entgegenzuwirken. Zu den Bekanntesten zählen sicherlich die bis heute regelmäßig neu aufgelegten „Public Understanding of Science“ (PUS)-Programme Großbritanniens,⁴¹ die deutschen „Wissenschaftsjahre“ (vgl. etwa Bundesministerium für Bildung und Forschung 2009) oder „Science for All Americans – Project 2061“ in den USA (vgl. COPUS 2012; The American Association for the Advancement of Science 2011). Außerdem entstehen seit den 1950er Jahren und zuerst in den USA immer wieder neue Konzepte für Naturwissenschaften an Schulen. All diese Bemühungen ändern allerdings nichts daran, dass über Jahrzehnte hinweg und bis in das neue Jahrtausend hinein von den BürgerInnen vieler

⁴¹Zur Geschichte des PUS vgl. Bauer, Allum & Miller (2007); Logan (2001); Turner (2008). Der PUS-Bericht markiert in den historischen Selbstdarstellungen des Feldes den Startpunkt der ‚europäischen‘ Auseinandersetzung mit dem Vermittlungsproblem.

Industrienationen nur geringfügig positivere Ergebnisse in den Surveys erzielt werden (z.B. Miller 2001: 117; Allum et al. 2008).

Vor dem Kontrast der zahlreichen, in den letzten zwei Dekaden entwickelten alternativen Modelle zur Wissenschaftskommunikation wird allerdings deutlich, dass diese Einschätzung des Publikums als ‚unwissend‘ und ‚desinteressiert‘ von einem bestimmten, häufig impliziten Bild von Wissenschaftskommunikation abhängt. Dieses Kommunikationskonzept wird von seinen Kritikern und Kritikerinnen nicht ohne Hintersinn häufig als „deficit model“ bezeichnet.⁴² Einerseits ist mit diesem „deficit“ ein wesentliches Moment des Modells beschrieben, andererseits deutet der Begriff aber auch an, dass das Modell für mangelhaft – eben defizitär – gehalten wird.

Innerhalb der SL und damit im Rahmen dieses „deficit models“ begreift man ‚populäre‘⁴³ Repräsentation von Wissenschaft als eine unidirektionale Kommunikation wissenschaftlicher Inhalte von WissenschaftlerInnen, eventuell über einen Transmitter (etwa WissenschaftsjournalistInnen oder Lehrkräfte), zu den RezipientInnen (dem Publikum). In diesem „sender-receiver-Modell“, das dem Kommunikationsmodell der klassischen Informationstheorie angelehnt ist, geht während der Weitergabe professionellen Wissens aus der Wissenschaft an ein Publikum Information verloren, da vereinfacht und angepasst werden muss. Dem Publikum wird ein Mangel an Wissen – ein „deficit“ – zugeschrieben, das die ‚Sender‘-WissenschaftlerInnen oder Transmitter auszugleichen versuchen. Wissensmangel und defizitärer – weil unvollständiger – Kommunikationsfluss sind aus Perspektive der SenderInnen die zentralen Eigenschaften der EmpfängerInnen einer wissenschaftlichen Botschaft. Konzepte auf der Grundlage dieses Kommunikationsmodells sind deshalb darauf hin orientiert, die Form des „Defizites“ des Zielpublikums zu bestimmen, um diesem anschließend wissenschaftliches Wissen in einer angemessenen Form zugänglich zu machen. Sie versuchen damit zu erreichen, dass die auf der ‚Sender‘-Seite festgelegten, ‚wichtigen‘ Elemente der Botschaft erhalten bleiben (vgl. etwa Gregory & Miller 1998: 86 ff.; Felt 2000: 10 f.; Myers 2003: 266).

Ab Mitte der 1980er Jahre wurden erste Stimmen laut, die das „deficit model“ in dieser Weise beschrieben und für einen kritischen Umgang mit diesem „Dominant View of

⁴²Eine ausführliche Diskussion dieses Modells im Rahmen eines review articles findet sich in Sturgis & Allum (2004).

⁴³Vgl. Fußnote 2 auf S. 11 der vorliegenden Arbeit.

Popularization“ – so der Titel eines richtungsweisenden Aufsatzes von Stephen Hilgartner (1990) – plädierten.⁴⁴

Hilgartners Aufsatz gehört zu einer neuen Art von Arbeiten, die sich im Bereich der qualitativen Sozialforschung bewegen und die Idee zurückweisen, den Umgang der Öffentlichkeit mit Wissenschaft als defizitär zu beschreiben. Die Kritik dieser Forschungen konzentriert sich auf das oben beschriebene Kommunikationsmodell, welches der Verbreitung wissenschaftlicher Erkenntnisse zugrunde gelegt wird. So zeigt Mike Michael (1992; 1996), dass die negativen Einstellungen gegenüber Wissenschaft, die in den Surveys dem Publikum zugeschrieben werden (vgl. S. 42 der vorliegenden Arbeit), eine bewusste und durchaus gut begründete Strategie im Umgang mit wissenschaftlicher Expertise sein können.

Michael unterscheidet auf dieser Grundlage in seiner Analyse zwischen einer „science-in-general“ und einer „science-in-particular“ (Michael 1992). Mit science-in-general ist dabei Wissenschaft als ein erkenntnisproduzierendes System gemeint, das sich von anderen Teilbereichen der Gesellschaft absetzt. Science-in-particular hingegen meint jene Form naturwissenschaftlichen Wissens und naturwissenschaftlicher Forschung, die einen Bezug zur Lebenswelt eines Publikums besitzt und in diese eingegliedert wird. Aufgrund ihrer sozialen und individuellen Spezifität kann *diese* Wissenschaft nicht in abstrakte, in Fragebögen erfasste Sammlungen von Aussagen überführt und mit Hilfe von Umfragen abgeschätzt werden. Der Gedanke, die Qualität und Verfügbarkeit von Wissen mit der Lebenswelt des jeweiligen Publikums zu kontextualisieren, prägt die Alternativentwürfe zum „deficit model“ seit den frühen 90er Jahren des 20. Jahrhunderts. Diese Idee hat zur Folge, dass in der Analyse von Wissenschaftskommunikationsprozessen die Normierung von Aussagen als *Wissen* nicht mehr quasi natürlich nach dem Selbstverständnis von Naturwissenschaftlern und Naturwissenschaftlerinnen erfolgt (Irwin & Wynne 1996: 216 f.; Myers 2003: 246). Die Annahme eines „Defizits“, in Form eines Gefälles der Menge ‚richtigen‘ Wissens von der naturwissenschaftlichen Expertise weg, wird damit weitestgehend obsolet. Damit stellt sich auch die Frage, wer eigentlich Publikum von Wissenschaftskommunikation sein kann. Wann also ist nicht von einem strukturlosen

⁴⁴Als frühe, bahnbrechende Arbeiten gilt Terry Shinns und Richard P. Whitleys (1985) Sammelband „Expository Science: Forms and Functions of Popularisation“, dessen einzelne Beiträge als erste Versuche einer alternativen Betrachtung des Prozesses von Wissenschaftskommunikation zwischen ‚ExpertInnen‘ und ‚LaiInnen‘ gelten können. Einschlägig ist auch die Studie von Wynne, Williams und Williams aus dem Jahre 1988 zur Wahrnehmung der Tschernobyl-Katastrophe unter Schaf-Farmern in Cumbria (Region im Nordwesten Großbritanniens) (Michael 1992: 322), vgl. einführend Dierkes & Grote (2000).

„deficit“-Publikumskonstrukt aus „atomised individuals with no social composition“ (Irwin & Wynne 1996: 215) die Rede, sondern greift das Prinzip einer science-in-particular?

Bucchi (1998) beschreibt Wissenschaftskommunikation als „science drama“ und unterscheidet nach dem Soziologen Erwin Goffman eine „frontstage“ und eine „backstage“ im Kommunikationsprozess und damit einen ‚repräsentativen‘, nach außen hin wirksamen und einen ‚internen‘, nur ‚Eingeweihten‘ zugänglichen Bereich. Die Außenkommunikation der Naturwissenschaften ist Bucchi zufolge zuallererst eine Form von „boundary work“ (ebd.: v.a. 130-174; auch Gieryn 1994), in welcher WissenschaftlerInnen sich, ihre Forschungsgebiete und Disziplinen gegen externe Einflüsse abgrenzen und absichern, wie es bis heute etwa in der Auseinandersetzung mit konkurrierenden Deutungsansprüchen der sogenannten „Pseudo-Wissenschaft“ oder auch des „intelligent design“ geschieht. Sie ist Teil von Professionalisierungsprozessen und Mittel der Sicherung schon erfolgter Professionalisierung. Diese Arbeit an den ‚Außengrenzen‘ der eigenen Disziplin hat eine zentrale Funktion für das fachdisziplinäre Selbstverständnis und spielt sich nicht nur an der Grenze zwischen Wissenschaft und Nicht-Wissenschaft, sondern auch entlang (sub-)disziplinärer Grenzen, zwischen ExpertInnen und LaiInnen und nicht zuletzt zwischen Politik und Wissenschaft ab (vgl. auch Felt 2002: 40).

Im Rahmen dieses Modells kann Bucchi in seinem Werk „Science and the Media. Alternative Routes in Scientific Communication“ auch Fälle aufzeigen, in denen eine ‚popularisierende‘ Kommunikation und deren Wirksamkeit in den Publika auf die scientific community zurückwirkte und gegenwärtige oder zukünftige Forschungsfoki beeinflusste. Besonders deutlich wird dies an der Debatte um die „Kalte Fusion“ zu Beginn der 1990er Jahre, deren Erstveröffentlichung nicht wie üblich in Fachjournalen, sondern populärwissenschaftlichen Medien erfolgte, was dann wiederum eine heftige Auseinandersetzung in der wissenschaftlichen Gemeinschaft nach sich zog (Bucchi 2000: 36 ff.). Ein vergleichbarer Effekt ‚populärer‘ Wissenschaft lässt sich auch für die Chaosforschung der 1980er Jahre zeigen. Öffentlichkeitswirksame, populäre Werke – maßgeblich James Gleicks „Chaos. Making a New Science“ (1987) – dominierten in der Frühphase der Chaosforschung sowohl die äußere als auch innere Fachwahrnehmung und bis heute referenzieren akademische Fachaufsätze Gleicks Werk (Paul 2004).⁴⁵

⁴⁵Nowotny (1993) macht auf sehr unterschiedliche Kontaktmöglichkeiten zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit aufmerksam, die quer zur Kommunikationsvorstellung im „deficit model“ liegen. Stephen Jay Gould (2003) versuchte gar an einigen Beispielen von Amateurwissenschaft zu zeigen, dass jede Person Wissenschaft betreibt, sofern sie auf eine bestimmte rationale, methodische Art Erkenntnisse produziert.

Dabei können Individuen unterschiedliche Rollen einnehmen und in Interaktion mit Naturwissenschaften und Technik als KonsumentInnen, UnterstützerInnen, ZeugInnen (insbesondere dann, wenn das System der Expertise an seine Grenzen kommt) oder partizipierende AmateurwissenschaftlerInnen fungieren, ein heute schrumpfender Bereich (Felt 2000: 16 f.).⁴⁶

Diese Beispiele legen als Kommunikationsmodell ein Kontinuum nahe, in welchem nicht grundsätzlich zwischen Wissensformen von ‚ExpertInnen‘ und ‚LaiInnen‘ oder anderen Formen professioneller und nichtprofessioneller AkteurInnen unterschieden werden kann. Da Vereinfachung und Veränderung ein Element aller Wissenschaftskommunikation ist (z. B. Hilgartner 1990), lässt sich diese in allen Graden der Professionalisierung als Popularisierung verstehen. Ist ein Forschungsergebnis im Fachjournal unter Angabe verschiedener Validitätskriterien wie statistischen Verfahren und Vergleichsmaterial aus anderen Studien jedoch noch diskussionsfähig, so wird die Pressemitteilung ihm den Status eines ‚wissenschaftlichen Faktums‘ verleihen. Doch auch „intraspecialist communication“ – innerhalb der eigenen Subdisziplin beispielsweise – ist so gesehen eine (natürlich schwache) Form der Popularisierung (vgl. auch Nikolow & Schirmacher 2007: 30).

Die hier kurz angerissene Debatte um eine angemessene Fassung solcher Kommunikationsprozesse ist auch weiterhin in vollem Gange. Jüngst haben Allum et al. (2008) in einer Metaanalyse von 193 SL-Erhebungssamples aus 40 Ländern aus dem Zeitraum von 1989 bis 2004 die Beziehung zwischen naturwissenschaftlicher Bildung im SL-Sinne und Einstellungen gegenüber Wissenschaft untersucht. Sie stellten fest „that, if one examines all measured knowledge and attitude domains, there is a small but positive relationship“, dass also in engen Grenzen ein Mehr an naturwissenschaftlichen Wissen auch positivere Einstellungen gegenüber Wissenschaft nach sich zieht:

„[...] Those scholars who take the falsity of the ‚deficit model‘ as axiomatic will no doubt want to focus on the low magnitude of the overall effect. Those who believe that ‚knowledge matters‘ [Vertreter des „deficit models“] will likely emphasize the robustness of the relationship – over so many national contexts and over time.“ Allum et al. (ebd.: 51)

⁴⁶Noch existent etwa in Astronomie und Meteorologie, neuerdings auch verstärkt im Bereich zoologischer und botanischer Populationszählungen (so für Tagfalter, vgl. Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung 2012).

Academic Perspective	Object of Critique	Form of knowledge	Critique of Deficit
Traditional [Deficit]	Lay public	Lay science	Public as deficient in scientific literacy
Critical	Traditional public understanding of science (PUS)	Lay sociology	Traditional PUS as deficient in sociological literacy
Hypercritical	Critical PUS	Lay political science	Critical PUS as deficient in political science literacy
Hyper-hypercritical	Hypercritical PUS	Lay rhetoric	Hypercritical PUS as deficient in rhetorical literacy

Tabelle 3.1: A Hierarchy of Deficit (Michael 2002: 363).

Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass die komplexen Beziehungen zwischen naturwissenschaftlicher Erkenntnisproduktion und Gesellschaft weder jeweils vom deficit- noch vom contextual model *allein* hinreichend erfasst werden können.

In Anbetracht der durchaus gerechtfertigten methodischen und theoretischen Vielfalt, mit der das Publikum von Naturwissenschaft analysiert und beschrieben wird, bleibt ein einheitliches Modell utopisch, sofern es allen Phänomenen der naturwissenschaftlichen Bildung gerecht werden soll. Es müsste eine Vielzahl von Interessengruppen, wie SoziologInnen, PädagogInnen, NaturwissenschaftlerInnen und ‚LaiInnen‘, gleichermaßen gerecht werden und deren unterschiedliche Prämissen, Methoden und Ziele widerspruchsfrei integrieren.

Auf ungewöhnliche Art löst Michael (2002) dieses Problem in seinem Aufsatz „Comprehension, Apprehension, Prehension: Heterogeneity and the Public Understanding of Science“ mit dem Konzept des „Heterogenous Public Understanding of Science“. Michael entwirft eine „hierarchy of deficit“ und zeigt daran, dass jedes existierende und denkmögliche Modell des Public Understanding of Science oder der SL ein jeweils eigenes Defizit aufweist, das seiner spezifischen Perspektive entspricht (vgl. Tab. 3.1 auf S. 47 der vorliegenden Arbeit).

Dieses Problem lässt sich nicht dadurch lösen, immer wieder neue Perspektiven zu entwerfen, die die Perspektivierung anderer Modelle kritisieren, vielmehr entsteht es erst

dadurch. Michael gelangt auf Grundlage dieser Unauflösbarkeit zu einem überraschenden, gewissermaßen ‚meta-kontextuellem‘ Vorschlag:

„We can still carry on as before in quantitative, positivist, and qualitative critical modes but only so long as we engage a vivified sensitivity to the movement between the roots/stabilities furnished by scientific knowledge and cultural identity and the rhizomes/flux in which scientific and nonscientific knowledge are bound together. [...] Thus, we might explore how knowledge is at once local and global [...]“ (Michael 2002: 371)

Michael ist sich den enormen Anforderungen dieses Projektes durchaus bewusst, sieht einen ersten Schritt in diese Richtung aber schon darin,

„[that] we need to be analytically attuned to the fact that we as analysts are part of the rhizome too. That is to say, we, with our social scientific procedures, are a part of the production of understanding and of the public.“ (ebd.: 373)

Dies bedeutet letztendlich nichts anderes, als dass jede Analyse von Wissenschaftskommunikation und damit auch naturwissenschaftlicher Bildung ihre eigenen (disziplinären) Grenzen und Prämissen im Blick behalten muss – ganz gleich, ob sie dem „deficit -“ oder dem „contextual model“ folgt.

3.1.2 Das Konzept der „nature of science“ (NOS)

Unabhängig von der spezifischen Modellierung ‚populärer‘ Naturwissenschaft, kommuniziert sie bestimmte – eben naturwissenschaftliche – Inhalte. Diese Inhalte werden vor allem im Bereich der Wissenschaftspädagogik diskutiert und damit innerhalb der „science education community“ in Laugkschs Terminologie (vgl. S. 12 der vorliegenden Arbeit).⁴⁷ Der Schwerpunkt liegt im Folgenden daher auf Konzepten und Diskursen, die sich mit institutionalisierter Ausbildung an Schulen auseinandersetzt. Grundsätzlich sind all diesen Modellen bestimmte ‚Arten‘ von Gegenständen gemein, die man als „Science Content“, „How Science Works“ und „Impact of Science on Society“ bezeichnen kann (Paisley 1998: 74 ff.) und die damit Millers SL-Analysedimensionen spiegeln (vgl. S. 41 der vorliegenden Arbeit).

⁴⁷Einen Überblick geben etwa Fraser & Tobin (1998).

Mit „content“ ist jede Art von fachwissenschaftlichem ‚Output‘ gemeint, seien es Fakten, Konzepte, Theorien, Modelle oder Untersuchungsmethoden. Diese Inhalte spielen in Konzepten, die sich am deficit-model orientieren, als naturwissenschaftliche ‚Botschaft‘ *die* zentrale Rolle. Sie werden in den meisten Bildungskonzepten auch über die deficit-model-Ansätze hinaus nicht problematisiert, vermutlich weil die Ergebnisse naturwissenschaftlicher Erkenntnisprozesse und damit Aussagen über Natur als nicht diskursfähig gelten. Fachliche Inhalte sind jedoch nur eines der wesentlichen Elemente von Kommunikation über Wissenschaft. Auch klassische SL-Konzepte legen heute immer größeren Wert auf eine „Literacy“, die Forschungsprozesse und gesellschaftliche Kontexte berücksichtigt. Sie werden daher nicht mehr unbedingt als ‚Überbau‘ oder ‚Höherqualifikation‘ der fachinhaltlich orientierten naturwissenschaftlichen (Schul-)Bildung verstanden, sondern entwickeln sich immer mehr zu einem zentralen Bildungsziel und Umfragethema.⁴⁸ Eine Art „Sammelbecken“ für Bildungsinhalte dieser Art stellt die „nature of science“ (NOS) dar.

Der sehr offene Begriff „nature of science“ taucht regelmäßig in den verschiedensten Modellen diesseits und jenseits der „deficit-“ und „contextual-model“-Grenze auf. Er hat auch in die deutschsprachige Naturwissenschaftspädagogik, teilweise übersetzt als „Natur der Naturwissenschaften“, Einzug gehalten (vgl. etwa Höttecke 2001a).⁴⁹ „Nature of science“ umschreibt nicht Wissen *aus* den, sondern Wissen *über* die Naturwissenschaften als erkenntnisproduzierende Systeme und gesellschaftliche Institutionen. Bezogen auf die Herkunft dieser Aussagen über Wissenschaft aus den Disziplinen der Wissenschaftsforschung wie Wissenschaftsphilosophie und -theorie, -geschichte und -soziologie ist regelmäßig auch vom Komplex der „history and philosophy of science“ (HPS) die Rede (vgl. etwa Matthews 1994: xiii, 1 ff.). Synonym zu NOS wird dieser Begriff jedoch nur selten verwandt, eher umreißt er Themengebiete, die in der Wissenschaftspädagogik der NOS zugeordnet werden.

In der Einleitung zu ihrem Standardwerk „The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategies“ bestimmen McComas, Clough & Almazroa (1998: 4 f.) die NOS

⁴⁸Dies kann durchaus auch als Reaktion auf die vielschichtigen Probleme der klassischen „scientific literacy“ gedeutet werden.

⁴⁹Bedeutende Überblicks- und Einführungswerke für das Feld der NOS sind Matthews (1994) und McComas (1998a). Für eine NOS-Bibliographie vgl. Bell et al. (2001), eine ständig aktualisierte Bibliographie zur Wissenschaftspädagogik und damit auch der NOS stellt das IPN – Leibnitz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik (2012) zur Verfügung, vgl. auch Bevilacqua, Giannetto & Matthews (2001); einen aktuellen Überblick auch der deutschsprachigen Diskussion geben Höhle, Höttecke & Kircher (2004) und Hofheinz (2008).

genauer als einen Bereich, der einerseits einen Bildungsgegenstand – eben die „nature of science“ –, andererseits aber auch die Auseinandersetzung mit diesem Gegenstand bezeichnet, beispielsweise Konzepte und Implementierungen in den Unterricht. Als ein pädagogisches oder Forschungs-Programm kann der NOS-Bereich in seiner extremen Diversifizierung und Unschärfe allerdings nicht verstanden werden. Um Irritationen zu vermeiden wird der Begriff der NOS im Folgenden nur in seinem deutlich verbreiteteren, gegenständlichen Sinne verwendet. Er dient als gegenstandsbezogenes Schlagwort, unter das sich eine Vielzahl von Arbeiten subsumieren lassen, die sich mit pädagogischem Impetus dem Feld der HPS nähern.

Viele NaturwissenschaftspädagogInnen sehen die größten Mängel, aber auch die größten individuellen und gesellschaftlichen Chancen naturwissenschaftlicher Bildung, innerhalb dieses Bereiches. Als sinnvoll gilt eine Bildung über den Prozess naturwissenschaftlicher Forschung und deren gesellschaftlicher Dimensionen vor allem deshalb, weil sie das Lehren und Lernen fachlicher Inhalte erleichtert, das Verständnis der Naturwissenschaften verbessert, das Interesse steigert und für die gesellschaftliche und politische Entscheidungsfindung zu Fragen naturwissenschaftlicher Forschung notwendig ist (McComas, Clough & Almazroa 1998: 11 ff.). NOS gilt damit in Anbetracht der Probleme der klassischen SL als eine Art ‚Allheilmittel‘, das nicht nur die Einstellungen zu Wissenschaft positiv beeinflussen, sondern dem Individuum auch beim Erwerb der zentralen, inhaltlichen SL-Dimensionen und der Erfüllung seiner Aufgabe als BürgerIn einer von Wissenschaft geprägten Gesellschaft helfen soll. Daher legen Kompetenzdokumente für naturwissenschaftliche (Schul-)Bildung in vielen Nationen großen Wert auf ein Wissen *über* den naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess (McComas & Olson 1998). Dies gilt in geringerem Umfang in Deutschland für die vorliegenden Bildungsstandards für mittlere Bildungsabschlüsse in den Fächern Physik, Chemie und Biologie und die „Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Biologie“ (Kultusministerkonferenz (KMK) 2004a,b). Äußerst ausführlich adressieren die „nature of science“ unter anderem die amerikanischen „Benchmarks for Science Literacy“ und deren Begleitpublikation „Atlas of Science Literacy“, herausgegeben von der American Association for the Advancement of Science (AAAS) im Rahmen des „Project 2061“ (American Association for the Advancement of Science 1993, 2001). Beide Werke stellen einen umfangreichen, systematischen und ausdifferenzierten Katalog von Kompetenzen dar, die als Teil einer naturwissenschaftlichen Grundbildung gefordert werden. Die „nature of science“ wird darin allen

anderen, fachwissenschaftlichen Teilen vorangestellt und stellt im Aufbau des Werkes deren (systematische) Grundlage dar.

3.2 Forschungsverständnisse in der Wissenschaftspädagogik

3.2.1 Konsens und Alternativen

Die „nature of science“ wird meist als eine mehr oder weniger geordnete, selten auch ausführlich erläuterte Liste repräsentiert,⁵⁰ die alle für den jeweiligen Zweck relevanten Aussagen über wissenschaftliche Erkenntnisproduktion zusammenfasst. Die Herkunft, Konstruktion und Bedeutung dieser Reihungen metawissenschaftlicher Aussagen wäre selbst eine Untersuchung wert, hier soll nur auf einige verschiedene Varianten hingewiesen werden. Sie finden sich etwa in SL-Entwürfen wie dem von Millar & Osborne (1998: 2021 f.), als Erhebungskatalog für Schulbuchanalysen in Chiappetta & Fillman (2007: 1850) oder allgemein für NOS-Erhebungen als Liste in Pomeroy (1993: 273 ff.) oder als komplexe concept map in Abd-El-Khalick & Lederman (2000: 1064). Insbesondere die letzten beiden Arbeiten verweisen auf eine lange Tradition von Erhebungen von NOS-Kenntnissen.⁵¹ Im Folgenden wird exemplarisch eine Liste diskutiert, die das Ergebnis einer vergleichenden Analyse der NOS-Gemeinsamkeiten von acht nationalen Standarddokumenten aus den USA, Kanada, Australien, Neuseeland und England (McComas & Olson 1998: 42f.) zu naturwissenschaftlicher Bildung und damit eine Art ‚Meta-‘Liste darstellt:

- „Scientific knowledge while durable, has a tentative character
- Scientific knowledge relies heavily, but not entirely, on observation, experimental evidence, rational arguments, and scepticism
- There is no one way to do science (therefore, there is no universal step-by-step scientific method)
- Science is an attempt to explain natural phenomena
- Laws and theories serve different roles in science, therefore students should note that theories do not become laws even with additional evidence.
- People from all cultures contribute to science
- New knowledge must be reportet clearly and openly

⁵⁰So etwa im Falle der „Benchmarks“ (American Association for the Advancement of Science 1993).

⁵¹Zur Geschichte der Erhebungsinstrumente vgl. Lederman, Wade & Bell (1998).

- Scientists require accurate record keeping, peer review and replicability
- Observations are theory-laden
- Scientists are creative
- The history of science reveals both an evolutionary and revolutionary character
- Science is part of social and cultural traditions
- Science and technology impact each other
- Scientific ideas are affected by their social & historical milieu.“ (McComas, Clough & Almazroa 1998: 6 f.)

Innerhalb dieser Liste werden alle drei zentralen NOS-Bezugsfelder – Wissenschaftsphilosophie, Wissenschaftsgeschichte und Wissenschaftssoziologie – mit jeweils mehreren Aussagen behandelt, besondere Aufmerksamkeit erhält dabei die Wissenschaftsphilosophie. Obgleich all diese ‚Statements‘ Naturwissenschaft abstrakt fassen, bewegen sie sich auf sehr unterschiedlichen Ebenen, etwa wenn die prinzipielle Unterscheidung zwischen Gesetzen und Theorien oder die Feststellung der Theoriebeladenheit von Beobachtungen neben Hinweisen auf wissenschaftliche Multikulturalität und die Kreativität von NaturwissenschaftlerInnen gestellt wird. Eine Hierarchie oder Logik der Abfolge ist nicht zu erkennen. Wie schon bemerkt, ist die Liste außerdem eine Zusammenfassung anderer Listen. Die ursprüngliche Herkunft und Begründung der Aussagen bleibt deshalb unklar und wird nicht näher erläutert und auch in den Bildungsstandarddokumenten, denen sie entnommen sind, wird dies üblicherweise nicht diskutiert. Die inhaltliche Grundlage der NOS-Bildung ist hier wie auch in den Standarddokumenten damit ein eher unreflektierter Minimalkonsens darüber, was Naturwissenschaften auszeichnet. Sie hat damit den Charakter einer Sammlung von als ‚verlässlich‘ und ‚elementar‘ geltenden Aussagen über den naturwissenschaftlichen Forschungsprozess aus den verschiedenen Disziplinen der Wissenschaftsforschung. Dieser „consensual view“ (ebd.: 5) vernachlässigt den Diskurscharakter solcher Metawissenschaften wie Wissenschaftssoziologie, Wissenschaftsgeschichte und Wissenschaftsphilosophie und generiert eine Reihe vorgeblich ‚gesicherter‘ Statements über Wissenschaften, die als NOS-Minimalkonsens an Schule oder Hochschule vermittlungsfähig sind. Dieser Effekt didaktischer Reduktion ist nicht unproblematisch: In Anbetracht der Vielzahl von Positionen innerhalb der Wissenschaftsforschung erscheint es mehr als zweifelhaft, ob man sich dort auf *die* „nature“ der „sciences“ einigen könnte.

Neben konsensuellen Zusammenfassungen wie der oben eingeführten Liste existieren auch zahlreiche Texte, die sich auf Aussagen über bestimmte NOS-Aspekte konzentrieren. So behandelt McComas (1998b) in seinem Aufsatz „The Principal Elements of the Nature

of Science. Dispelling the Myths“ bestimmte NOS-Elemente als ihr Negativ – als (falsche) Mythen über Naturwissenschaften – und versucht, diese aufzulösen. Eine besondere Rolle spielen in der NOS-Bildung wissenschaftsphilosophische Aspekte, seien es typische Kriterien von experimenteller Forschung wie Eigenschaften und Rolle des Experiments (Koponen & Mäntylä 2006), insbesondere Prüfbarkeit und Wiederholbarkeit (Krüger & Mayer 2006), aber auch Erkenntnistätigkeiten (Brezmann 2004) und Erkenntnistheorie (Kircher & Dittmer 2004: 8 ff.), ‚Reichweite‘ und Validität wissenschaftlicher Erkenntnis (Nelson et al. 1998) oder die Rolle von „Werten“ in Forschungsprozessen (Allchin 1998, 2001). Die besondere Bedeutung von Epistemologie zeigt sich darüber hinaus daran, dass wissenschaftsphilosophische Aspekte grundsätzlich die ersten Punkte in allgemeinen NOS-Element-Listen darstellen, wie auch an der oben beispielhaft diskutierten ‚Meta-Liste‘ deutlich wurde. Die „Benchmarks“ etwa sprechen zuerst von „Scientific World View“ und „Scientific Inquiry“ und wenden sich anschließend dem „Scientific Enterprise“ (soziale Faktoren) zu, die Wissenschaftsgeschichte hingegen erhält ein eigenes, exemplarische Fälle behandelndes Kapitel am Ende des Werkes (American Association for the Advancement of Science 1993: 5 ff., 237 ff.).

Wie werden solche NOS-Statements nun in den Unterricht integriert? Michael P. Clough (2006) liefert mit seinem „framework of learning“ eine systematische Beschreibung der verschiedenen Formen von „NOS-instruction“. Er unterscheidet in einem ersten Schritt „implicit NOS instruction“, die in fachwissenschaftliche SchülerInnen-Erfahrungen eingebettet ist (beispielsweise einfache Schülerexperimente), von Lehrformen, die „explicit/reflective“ verschiedene NOS-Elemente zum Gegenstand haben. Zweitens differenziert er diese weiter in „decontextualized NOS instruction“ und „contextualized NOS instruction“. In erster werden NOS-Aussagen getroffen, aber nicht in Bezug zu konkreten wissenschaftlichen Forschungsprozessen gesetzt; zweite thematisiert die „nature of science“ anhand authentischer und entweder zeitgenössischer oder historischer Forschungsprozesse (vgl. auch Abb. 3.1). Während nach Clough implizite NOS-Bildung immer abzulehnen ist, lassen sich entlang des Kontextualisierungskontinuums alle Formen sinnvoll im Unterricht einsetzen, besonderen Wert haben jedoch kontextualisierte, explizite/reflektierte NOS-Lehrformen. Konsensuelle Listen, wie sie oben angeführt wurden, gehören in dieser Klassifikation den expliziten, nichtkontextualisierten NOS-instructions an. Nach Clough sind sie besonders als Einführungsteile für NOS-Lehreinheiten geeignet, im Anschluss sollte jedoch immer eine zeitgenössische oder historische Kontextualisierung stattfinden (ebd.: 483 ff.).

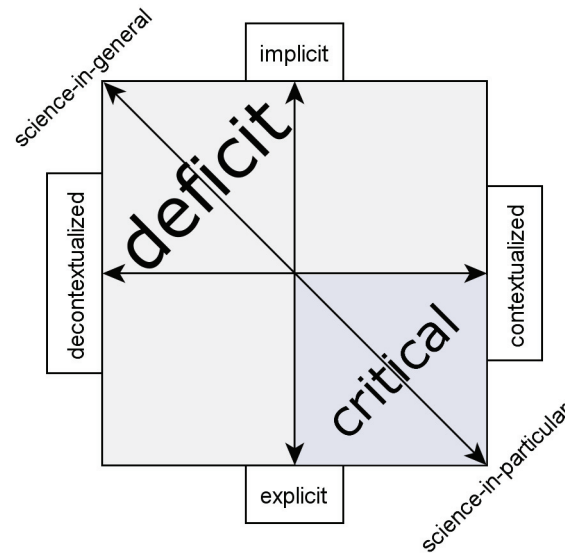


Abbildung 3.1: Cloughs NOS-Konzept im Kontext der beiden Publikumsmodelle (vgl. Kap. 3.1.1). (Grafik: Michael Markert)

Grundsätzlich wird damit aber auch hier davon ausgegangen, dass es eine „nature of science“ gäbe, deren Kontext man ohne Verluste entfernen könnte – womit die ‚Kontextualisierung‘ ein bloß pädagogisches Mittel ist. Da die „nature of science“ vorrangig in Form konkreter Beispiele zur Integration in den Unterricht verhandelt wird, ist „explicit/reflective, contextualized NOS instruction“ damit zwar ein Regelfall, dieser wird allerdings nur in seinen Beispielen expliziert und reflektiert. Insbesondere dann, wenn solche Aussagen in Standarddokumenten für naturwissenschaftliche Bildung formuliert werden, erscheinen sie deshalb als unhintergebar und beanspruchen damit für sich den Status einer passiv zu rezipierenden Botschaft im Sinne der klassischen, „deficit SL“. Die „nature of science“ ist damit formal nur ein weiterer Inhalt naturwissenschaftlicher Bildung, wie er auch heute schon in zahlreichen Erhebungen abgefragt wird (vgl. Kap. 3.1.1).

Einige Konzepte bewerten die „nature of science“ und ihr Verhältnis zu Inhalten deutlich anders, als dies im oben beschriebenen „consensual view“ der Fall ist; sei es durch eine konsequente Orientierung am „contextual model“ oder die offene Reflexion der „nature of science“ selbst. Als einer der bekanntesten Kritiker der „scientific literacy“ geht Morris Shamos vom Problem des passiven Publikumskonstruktes und der daraus resultierenden strukturellen Schieflage aus. Shamos verlagert den Fokus gänzlich auf den wissenschaftlichen Forschungsprozess und gelangt dadurch zu einer ganz anderen

Form naturwissenschaftlicher Bildung, die immer hochkontextualisiert ist. In Shamos Argumentation bleiben gelehrte Inhalte ohne ein Verständnis der zugrundeliegenden Forschungsprozesse für die Lernenden sinnfrei, weshalb auch kein individuelles Interesse und damit keine Lernmotivation vorhanden ist. Das inhaltlich orientierte Curriculum, wie es in der naturwissenschaftlichen Schulbildung in allen Industriestaaten die Regel ist, kann deshalb immer nur kurzfristige SchülerInnenleistungen hervorbringen. Ein ‚gutes Leben‘ nach der Schule ist aber auch ohne diese Form der SL möglich – Gesellschaften funktionieren, trotz der schlechten naturwissenschaftlichen Leistungen ihrer BürgerInnen in den verschiedenen, hier schon angesprochenen Erhebungen. Deutlich polemischer, aber auch pointierter bringt Bates (2005) das Kernproblem der Inhaltsvermittlung zum Ausdruck. Denn schließlich können BürgerInnen auch Autofahren und über die politische Regulierung von Autos sprechen, ohne die geringste Ahnung von der Physik der Verbrennung oder des Karosseriebaues zu haben:

„These drivers are also allowed to express opinions on where roads should go, what the speed limit should be, and the relative importance of pollution, accidents, and noise to automotive policy.“ (ebd.: 61)

Shamos zufolge ist die inhaltliche Orientierung außerdem der wesentliche Grund für das allgemein geringe Interesse an naturwissenschaftlichen Schulfächern. Mit einer Neufokussierung auf Forschungsprozesse und ihren Kontext und damit gerade kulturelle Aspekte könnte man die Schüler und Schülerinnen wieder stärker für diese Fächer begeistern.

Shamos’ neue SL-Prinzipien, die er zuerst in „The Myth of Scientific Literacy“ (1995) darlegte, sind deshalb

1. „Teach science mainly to develop appreciation and awareness of the enterprise, that is, as a *cultural* imperative, and not primarily for content. [...]
2. To provide central theme, focus on technology as a *practical* imperative for the individual’s personal health and safety, and on an awareness of both the natural and man-made environments. [...]
3. For developing social (civic) literacy, emphasize the *proper* use of scientific experts, an emerging field that has not yet penetrated the science curriculum.“ (Shamos 1995: 217; auch Shamos 2002: 63)

Damit ist es nicht mehr eine abstrakte „nature of science“, die im Fokus der Lehraufmerksamkeit steht, sondern eher eine lebensweltnahe ‚nature of science in society‘, die

dem Publikum kommuniziert werden soll. Diese ‚NOSS‘ wäre dann aber nicht mehr weiteres Unterrichtselement und ein Zusatz zum Inhalt, sondern würde den gesamten naturwissenschaftlichen Unterricht auf eine neue Grundlage stellen.

Shamos ist mit diesem Vorschlag zu naturwissenschaftlicher Bildung auf Grundlage eines „contextual models“ nicht allein. Ähnliche Ideen finden sich auch bei Field & Powell (2001) und ihrem Konzept mit dem klingenden Akronym PUR („Public Understanding of Research“). PUR versteht sich als „ongoing presentation that follows research as it develops“ (ebd.: 423) und soll den Forschungsprozess mit seinen Rückschlägen, Umwegen und Meinungsverschiedenheiten, aber auch seinen positiven Aspekten und Fortschritten, aufzeigen.⁵² Damit vergleichbar sind die „authentic learning environments“ von Wolff-Michael Roth (1997), in denen Schülerinnen und Schüler nach den Ergebnissen der sozialkonstruktivistischen Wissenschaftsforschung in offenen Lernsituationen lokales Wissen produzieren, dessen Gütekriterien im Verhältnis zu wissenschaftlichem Wissen diskursiv ausgehandelt werden.⁵³

3.2.2 Pädagogische Praxis

So viel auch insbesondere im angloamerikanischen Raum an der konzeptionellen Fassung der „nature of science“ gearbeitet wird, die Effekte auf die pädagogische Praxis bleiben gering. Selbst in den USA, wo der NOS schon seit mehreren Dekaden eine bedeutende Rolle in der naturwissenschaftlichen Bildung zugeschrieben wird, gehen konzeptionelle Ideale und didaktische Realität weit auseinander. Studien, die ein sehr mangelhaftes NOS-Verständnis unter SchülerInnen wie Lehrkräften nachweisen, lassen sich bis in die 1950er Jahre zurückverfolgen (McComas, Clough & Almazroa 1998: 9 f.). Höttecke fasst die Ergebnisse zahlloser internationaler Untersuchungen an Schülern und Schülerinnen unterschiedlicher Altersgruppen und Schulformen folgendermaßen zusammen:

„Unter einem Naturwissenschaftler stellen sie [die SchülerInnen] sich tendenziell ein männliches und absonderliches Stereotyp vor. Er ist mal gefährlich, mal wissensdurstig, mal hilfreich, aber immer ist er fremd. Als primäre Motivation scheint ein diffuser Wissensdrang entscheidend zu sein. Die Vorstellungen zum epistemologischen Status naturwissenschaftlicher Wissensbestände zeigt eine

⁵²Eine frühe Argumentation in diese Richtung findet sich in Millar & Wynne (1988).

⁵³Meyling (1997: 407 f.) schlägt vor, zusätzlich den SchülerInnen verschiedene epistemologische Konzepte anzubieten und deren Reflexion zu einem Teil des Unterrichts zu machen.

Tendenz zum ontologischen Realismus. Die Vorstellungen von den Arbeitsweisen von Naturwissenschaftlern lassen sich tendenziell als naiv-empiristisch zusammenfassen. Entsprechend wird Experimentieren vorwiegend als Datensammeln aufgefasst, bei jüngeren Schülern und Schülerinnen dagegen als planloses Ausprobieren und Entdecken. Dass Naturwissenschaft eine Aktivität von Expertengruppen ist, und dass Wissensbestände ihrer sozialen Aushandlung unterworfen sind, ist im Schülerverständnis nur ansatzweise enthalten. Die Verflechtung zwischen inner- und außerwissenschaftlichen Bereichen wird weitgehend gar nicht eingesehen. Vielmehr stellen sie sich einen typischen Naturwissenschaftler einzeln und isoliert arbeitend vor.“ Höttecke (2001b: 20 f.)

Dieser Zustand ist jedoch kaum den SchülerInnen vorzuwerfen, die ja nur das über Wissenschaft erfahren können, was ihnen von Lehrkräften, in Schulbüchern- und anderen Medien vermittelt wird. Für Schulbücher in den USA (Abd-El-Khalick, Waters & Le 2008; Chiappetta & Fillman 2007), Italien (Bandiera 2002) und der Türkei (Irez 2009) sowie angloamerikanische „trade books“ (Dagher & Ford 2005; Ford 2006) ist gezeigt worden, dass sich darin nur übersimplifizierte, konzeptionell veraltete und auf wenige Abschnitte beschränkte NOS-Darstellungen finden lassen. Abd-El-Khalick, Waters & Le (2008: 849 f.) haben zudem gezeigt, dass sich die Repräsentation der NOS über die letzten vier Jahrzehnte in amerikanischen Schulbüchern bestenfalls nicht geändert hat, in einigen Fällen sogar schlechter geworden ist. Ein Hinweis darauf, dass weder AutorInnen und Verlage, noch FachdidaktikerInnen oder LehrerInnen das Thema ausreichend würdigen, was allerdings wiederum systematische Ursachen hat. So machen McComas, Clough & Almazroa (1998: 26 ff.) darauf aufmerksam, dass in der „science teacher education“ die NOS praktisch keine Rolle spielt — und zwar weder im Sinne einer Verständnisausprägung auf Seiten der Lehrerinnen und Lehrer, noch im Sinne didaktischer Methoden, diese auch an die SchülerInnen weiterzugeben.⁵⁴

Da die vorhandene Literatur sich hauptsächlich mit dem angloamerikanischen Raum beschäftigt, wird hier kurz auf die deutschsprachige Wissenschafts- und insbesondere

⁵⁴Zu berücksichtigen ist dabei, dass schon eine unreflektierte Ausdrucksweise der Lehrkraft wesentlichen Einfluss darauf haben kann, wie Schüler und Schülerinnen Wissenschaft wahrnehmen und welches Verständnis sie davon entwickeln (Zeidler & Lederman 1989).

Einen aktuellen Überblick über Erhebungen von LehrerInnen-NOS-Verständnissen geben Lin & Chen (2002). Höttecke (2001a: 41 ff.) setzt sich ausführlich sowohl mit Studien sowohl zum SchülerInnen- als auch LehrerInnenverständnis der NOS auseinander.

Biologiedidaktik eingegangen, die in der vorliegenden Studie eine zentrale Rolle spielt. Die Naturwissenschaftsdidaktik des deutschsprachigen Raumes zeichnet sich insgesamt durch einen Internationalisierungstrend aus, der Duit (2007) zufolge seit den 1990er Jahren immer stärker zunimmt. Dies betrifft vor allem den Bereich didaktischer Forschung, sei es zur naturwissenschaftlichen Grundbildung, der Lehr-Lernforschung oder auch spezifischen Aspekten wie der „Natur der Naturwissenschaften“. Parallel ist die intensive Rezeption der Ergebnisse internationaler Studien wie TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) und PISA durch die Medien, die Bildungspolitik, aber auch LehrerInnen und FachdidaktikerInnen ein deutliches Signal der Diskursinternationalisierung. Diese Tendenzen reichen etwa im Konzept des PING (Praxis integrierter naturwissenschaftlicher Grundbildung)-Unterrichts in die späten 1980er Jahre zurück. Auf dieser Grundlage wurden inzwischen Fächer wie „Naturwissenschaft und Technik“ in Baden-Württemberg oder „Mensch-Natur-Technik“ in Thüringen eingeführt, die nach angloamerikanischem Vorbild die Trennung der Fächer Biologie, Chemie und Physik aufheben. Auch in diesen Fachentwürfen werden Kompetenzen betont, die dem Bereich der „nature of science“ zuzuordnen sind.⁵⁵

Daraus folgt allerdings nicht, dass dieser Bereich zum fachdidaktischen ‚Standard‘ gehören würde. Verglichen mit dem umfangreichen „consensual view“ der angloamerikanischen NOS vertreten Lehrbücher der Biologiedidaktik in Deutschland eine Art ‚Minimalepistemologie‘, geprägt durch die Darstellung von Karl R. Poppers kritischem Rationalismus und dem Verhältnis von Induktion zu Deduktion (Staeck 1995: 247 ff.; Graf 2004: 30 ff. und Köhler 2004b: 152 ff.). Systematisch werden die philosophischen, historischen und soziologischen Aspekte der „nature of science“ nur selten in didaktischen Lehrwerken dargestellt. Vielmehr diskutieren sie einzelne philosophische und insbesondere ethische Fragen, die im Biologieunterricht eine herausragende Rolle spielen (Berck 2005: 274 ff.). Politische und gesellschaftliche ‚Ideologien‘ sind nur in Fällen von Wissenschaftsfeindlichkeit bzw. Wissenschaftsmisbrauch Thema; in den fachdidaktischen Lehrbüchern werden sie damit auf die historischen Phasen des Nationalsozialismus und der Deutschen Demokratischen Republik reduziert (Stelzig 2004: 72 f.; Berck 2005: 229 ff.; Killermann, Hering & Starosta 2005: 29 ff.; Gropengießer, Kattmann & Krüger 2009: 18). Allein in zwei Werken mit gleichen Autoren finden sich geschlossene, wenn auch

⁵⁵Einblick in diese Orientierung gibt Kremer & Stäudel (1997). Man vergleiche auch die methodischen Kompetenzen, die für die 5. und 6. Klasse im „Mensch-Natur-Technik (MNT)“-Lehrplan in Thüringen formuliert werden (Thüringer Kultusministerium 2009a: 8 f.), zum Fach selbst vgl. Butscheike 2010.

ebenfalls auf hauptsächlich wissenschaftstheoretische Aspekte verkürzte Darstellungen (Gropengießer & Kattmann 2008: 66 ff.; Gropengießer, Kattmann & Krüger 2009: 26 ff.) Das „wissenschaftspropädeutische“ Kapitel in Gropengießer & Kattmann (2008: 66 ff.) diskutiert neben einer Liste mit Merkmalen wissenschaftlicher Erkenntnisproduktion auch Poppers kritischen Rationalismus, dem dann jüngere, inzwischen jedoch auch schon wieder veraltete Konzepte wie die Kuhns, Feyerabends oder Lakatos' an die Seite gestellt werden. Hier finden sich Ähnlichkeiten zu Werken der Physikdidaktik, die diesen Themen breiteren Raum zugestehen (vgl. Kircher, Girwids & Häußler 2007: 27 ff., 707 ff.).

Aufgrund der ernüchternden Befunde, die hier für die Biologiedidaktik in Deutschland bestätigt werden können, wird verschiedentlich eine umfangreiche, den pädagogischen Anforderungen gerecht werdende Auseinandersetzung mit der „history and philosophy of science“ und damit ein Verständnis für wissenschaftsphilosophische bzw. -historische Fragestellungen für die Lehramtsausbildung auch in Deutschland eingefordert (insbes. Matthews 1994: 200 ff.; und Höttecke 2001a: 82 f., auch Pfeifer, Häusler & Lutz 1992: 224 ff.; Kircher & Dittmer 2004: 19).

3.3 Zusammenfassung

In der Auseinandersetzung mit dem Publikum von naturwissenschaftlicher Bildung ist deutlich geworden, dass der entsprechende Kommunikationsprozess auf (mindestens) zwei Arten beschrieben werden kann (vgl. auch Abb. 3.2 auf S. 60 der vorliegenden Arbeit):

Im „deficit model“ wird von einer top-down-Kommunikation als einziger Kommunikationsform naturwissenschaftlicher Bildung ausgegangen. Deren Erfolg prüft man in Umfragen mithilfe eben dieses Modells. Trotz der zahllosen naturwissenschaftlichen Bildungsinitiativen während der letzten Dekaden in den USA und Europa stellen sich dabei kaum positivere Ergebnisse ein. Bybee als einer der zentralen Vertreter der SL spricht heute vor diesem Hintergrund von der „scientific literacy“ als einem positiven Mythos, einem Idealzustand, der vielleicht nie erreicht wird, auf den jedoch hingearbeitet werden sollte (Bybee 2002: 23). Dieses Problem wird im „contextual model“ zum Anlass genommen, die SL selbst in Frage zu stellen. Seinen Vertretern zufolge verschleiert die Art der Analyse nicht nur Erfolge naturwissenschaftlicher Bildung mithilfe anderer Kommunikationsformen, sie stellt auch die falschen Fragen. Publika werden im „contextual model“ nämlich als aktiv verstanden, und wollen damit ihre Interessen, Vorstellungen und Probleme realisiert wissen. Wie auch die naturwissenschaftlichen Kommunikations-

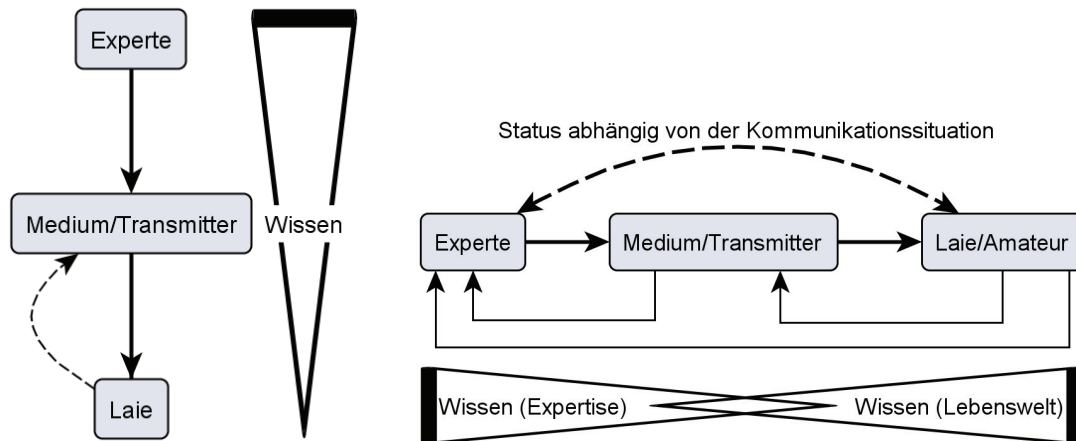


Abbildung 3.2: Die Kommunikationsformen in „deficit model“ (links) und „contextual model“ (rechts). (Grafiken: Michael Markert)

teilnehmerInnen besitzen sie spezifische Expertisen. Das „deficit model“ jedoch geht von passiven RezipientInnen aus, die nur das anzunehmen haben, was ihnen von den ExpertInnen am anderen Ende des Trichters angeboten wird. Die einleitend angeführten Umfrageergebnisse zeigen damit vorerst nicht viel mehr, als eine problematische Erwartung auf Seiten der StudiendesignerInnen.⁵⁶

Den Widerspruch beider Kommunikationsmodelle versucht Michael mit einem Konzept zu lösen, dass stärker die eigene Perspektive und deren Konsequenzen in den Blick nimmt und darüber eine Abgleichbarkeit der Forschungen innerhalb verschiedener, wenn auch unterschiedlich begründeter Modelle gewährleistet. Es knüpft damit ausgesprochen pragmatisch an die aktuellen Praktiken naturwissenschaftlicher Bildung an, in welcher sehr unterschiedliche Strategien und Konzepte gleichzeitig zum Einsatz kommen. Parallel entsteht ein *demokratischer* Zugang zur naturwissenschaftlichen Bildung, der kein Konzept präferiert und sich mit den Merkmalen moderner wissenschaftshistorischer Erkenntnisproduktion vereinbaren lässt (vgl. Kap. 2.4):

1. Es versucht, selbstreflexiv alle Wechselwirkungen zu berücksichtigen und deshalb auch die deficit-Elemente als ‚Akteurskategorien‘ und damit Teil des Bildungsdiskurses in Geltung zu lassen.

⁵⁶Ein hervorragender tabellarischer Überblick zu beiden Ansätzen findet sich in Groffman et al. (2010: 288).

2. Es bleiben die zweifellos vorhandenen Spannungen verschiedener Zugänge erhalten, woraus eher eine dichte Zustandsbeschreibung als ein utopischer Entwurf resultiert.
3. Es lassen sich in eine solche Darstellung die beständigen Verschiebungen eines ‚lebendigen‘ Diskurses problemlos integrieren.

Doch nicht nur Wissenschaftskommunikationsmodelle, sondern auch die Kontroversen um die „nature of science“ können auf diese Weise beschrieben werden. Wie Rudolph (2003) an den Wissenschaftspädagogen Dewey und Schwab gezeigt hat, besitzen die Naturwissenschaften keine ‚NOS-Essenz‘. Vielmehr spiegelt jeder vorgebliche NOS-Konsens seine eigenen zeitgenössischen politischen, sozialen und wissenschaftsinternen Gegebenheiten. Alle konsensuelle NOS-Pädagogik entwirft damit eine Art alternativer ‚Mythen‘ über naturwissenschaftliche Forschung, die den älteren Bildern von Wissenschaft vor allem ihre Referenzen im Bereich der Wissenschaftsforschung voraus haben.⁵⁷

In der Kontrastierung einer „nature of science“ als „deficit“-Botschaft mit jenen Konzepten, die sie auf unterschiedlichen Ebenen reflektiert, präsentiert sich diese ‚Natur‘ daher als etwas, dass so natürlich gar nicht ist. Vielmehr zeigen sich auch im Bereich der Prozessorientierung unterschiedlichste Perspektiven auf das ‚Wesen‘ der Naturwissenschaften. Die zumindest prinzipielle Symmetrie von „deficit-“ und „contextual model“ aus dem letzten Teilkapitel lässt sich hierauf aber nicht vollständig übertragen. Greift man die darauf verweisende Differenzierung einer „science-in-general“ (deficit) und einer „science-in-particular“ (contextual) wieder auf, so wird deutlich, dass auf der Ebene des Verstehens von Forschungsprozessen jede Form von naturwissenschaftlicher Bildung mehr oder weniger „science-in-general“ sein muss. Auch lebensweltrelevantes, ‚partikulares‘ Wissen hat eine zumindest minimale ‚generelle‘ Grundlage, um überhaupt als naturwissenschaftliches Wissen Geltung beanspruchen und im gesellschaftlichen Diskurs eingebunden werden zu können – die ‚sciences‘ haben immer eine Art ‚nature‘. Auch das „contextual model“ legt deshalb Wert auf verallgemeinernde Aussagen über naturwissenschaftliche Forschungsprozesse, auch wenn diese dann reflektiert und kontextualisiert werden. Nur so lässt sich die Übertragbarkeit auf verschiedene, individuell und gesellschaftlich relevante Forschungsprozesse gewährleisten. Dies ist eine Voraussetzung für die Leistungsfähigkeit eines Wissenschaftsverständnisses innerhalb der eigenen Lebenswelt und wird daher von beiden Modellen gefordert. Die Wege zu diesem Verständnis sind

⁵⁷Aus seiner Analyse leitet Rudolph die Forderung ab, die Wissenschaftspädagogik habe diese Perspektivierungen der NOS selbst zum Gegenstand von Wissenschaftskommunikation zu machen (Rudolph 2003: 75 f.).

allerdings verschieden: hier generalisierte Statements, dort Lebensweltnähe, Reflexion und Diskussion. Es resultiert ein Spannungszustand der „nature of science“ zwischen Kontextualisierung und Generalisierung, der mit einer kontroversen Konturierung des Publikums von „NOS-instruction“ durchwirkt ist.⁵⁸

Auf die unterrichtliche Praxis hat diese komplexe Debatte über die „nature of science“ kaum Auswirkungen. Zwar spielen entsprechende Aspekte in Bildungsstandarddokumenten eine Rolle, in der LehrerInnenausbildung als Voraussetzung für eine erfolgreiche Integration in den Unterricht ist die „nature of science“ auch im internationalen Vergleich weitestgehend abwesend. Immer wieder jedoch finden sich Forderungen nach einer intensiveren Auseinandersetzung mit solchen Aspekten. Wie im folgenden Kapitel gezeigt wird, stellt die Wissenschaftsgeschichte als Lieferantin von Fallbeispielen und Interpretationen historischer Wissenschaft einen zentralen Ankerpunkt der NOS-Bildung dar.

⁵⁸Auffälliger Weise setzen sich alternative NOS-Konzepte besonders intensiv mit dem „impact of science on society“ auseinander, während eher traditionell orientierte NOS-Konzepte stärker auf den Erkenntnisprozess eingehen.

4 Geschichte in der Naturwissenschaftsdidaktik

In Kapitel 3.2.1 ist angesprochen worden, dass insbesondere im Bereich der Prozessvermittlung die Geschichte der Naturwissenschaften eine bedeutende Rolle spielt – sei es als Lieferant von Aussagen über Forschungsprozesse, sei es als Beispiel für Aussagen zum ‚Wesen‘ der Naturwissenschaften. Dieser zentralen Aufgabe entsprechend sind im Folgenden zuerst allgemeine Formen und Eigenschaften von Wissenschaftsgeschichte im Unterricht aufzuzeigen, im Anschluss wird auf dediziert wissenschaftshistorische Unterrichtsentwürfe und deren Programmatiken eingegangen. Im Zentrum steht dabei die Darstellung der Vielfalt von historischen Zugängen und damit der Potenziale, die dem gegenwärtigen naturwissenschaftlichen Unterricht zur Verfügung stehen. Danach wird eine *andere* Seite von Wissenschaftsgeschichte in der Schule beleuchtet, meist unauffällige Repräsentationen von Geschichte in Lehrwerken und deren bisherige Analyse im Rahmen wissenschaftspädagogischer Forschung.

4.1 Überblick

4.1.1 Unterrichtliche Formen von Wissenschaftsgeschichte

Als Unterrichtselement an Schule und Hochschule kann die Wissenschaftsgeschichte unterschiedlichste Gestalt annehmen – vom einfachen Arbeitsblatt mit der Darstellung eines historischen Versuches und einigen Fragen zu dessen Ergebnis bis hin zum einsemestrigen College-Kurs zum Verhältnis von Wissenschaft und Gesellschaft.⁵⁹

Die vielfältigen Beispiele arbeiten entweder vorrangig mit Texten oder suchen eher beobachtend resp. experimentell einen Zugang zur Vergangenheit der jeweiligen Disziplin, was nicht zuletzt vom spezifischen Gegenstand abhängt. Grundsätzlich sind textuelle Repräsentationsformen von Vergangenheit am weitesten verbreitet. Stinner et al. (2003: 620 ff.) unterscheiden als Textformen

⁵⁹Zahlreiche Nachweise für die Physikausbildung vor allem für die 1980er Jahre führen Bevilacqua & Giannetto (1998) an. Auch für dieses Thema ist auf die online-NOS-Bibliographie des IPN – Leibnitz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik (2012) zu verweisen.

- „Vignettes“, die als Einstieg dienen,
- „Case Studies“, die den Kontext, die Eigenheiten und die Folgen eines spezifischen historischen Falles beleuchten,
- „Confrontations“, die Auseinandersetzungen abbilden,
- „Thematic narratives“, welche als übergreifende Organisationsmuster fungieren (wie etwa das Konzept der Evolution),
- (fiktive) historische „Dialogues“ zentraler historischer AkteurInnen⁶⁰ und
- „Dramatizations“, also Bühnenstücke mit wissenschaftshistorischen Inhalten.⁶¹

Gerade letztere Form, also das Nachstellen historischer Prozesse im szenischen Spiel, eignet sich auch zur Vermittlung zeitgenössischer wissenschaftlicher Tätigkeit. Boujaoude, Sowwan & Abd-El-Khalick (2005: 260) schlagen vor, ein solches Drama gar die Schüler und Schülerinnen selbstständig scripten, überarbeiten, reflektieren und aufführen zu lassen, was damit die selbstständige Konstruktion von Geschichten einschließt. Ein Sonder- und bisher leider auch Einzelfall unter den historischen Repräsentationsformen ist das von Edward Yoxen entwickelte „Fraud Game“, ein Brettspiel auf Grundlage historischer Betrugsfälle in den Naturwissenschaften, dass über die Erzeugung von Dilemmasituationen zur eigenständigen Erfahrung von Forschungstätigkeit genutzt werden kann.⁶²

Häufig findet in den Fallbeispielen eine Konzentration auf ‚bedeutende‘ Geschichten der jeweiligen Disziplin statt, etwa, wenn man sich im Fach Chemie mit Primärquellen zu Antoine Lavoisier (Sutton 1989) beschäftigt oder experimentell die Abkehr vom Konzept des Phlogistons nachvollzieht (Allchin 1997b). Aber auch die gesamte Fachentwicklung kann zum Gegenstand gemacht werden, wie in einem Vorschlag zur Chemiegeschichte, der außerdem deren gesellschaftliche Relevanz herausstellt (Bünder 1994). Gesellschaftliche und politische Dimensionen stehen ebenfalls in einem Entwurf zur Auseinandersetzung mit dem „Urankomitee“ im Fokus (Allchin et al. 1999). Vor dem Hintergrund technologischer Entwicklungen werden diese Aspekte unter anderem auch für das Telefon diskutiert (Gorman & Robinson 1998).

⁶⁰Vgl. etwa Mikelskis (o. J.) fiktives Gespräch zwischen Goethe und Newton über die Natur des Lichtes.

⁶¹Vgl. für Beispiele und Konzepte Carvalho & Carvalho (2002); Dawkins & Glatthorn (1998); Höttecke (2001a: 213 f.).

⁶²Eine kurze Beschreibung findet sich in Yoxen (1989: 198 ff.) Leider konnte Edward Yoxen kein Exemplar des Spiels oder seiner Anleitung mehr auffinden, das nach eigener Auskunft auf dem Klassiker „Monopoly“ aufbaut (Persönliche Korrespondenz mit dem Verfasser im November 2008).

Durch eine enorme Vielfalt ausgearbeiteter historischer Themenvorschläge zeichnet sich auch die Biologie aus. Das Spektrum umfasst hier Krankheitsbilder wie Magengeschwüre (Kremer & Stüben 2008), Mangelerscheinungen (Allchin 1997a) und Sichelzellanämie (Howe & Rudge 2005), wichtige Forschungsprozesse wie die Aufklärung der Photosynthese (Zabel 1991) und die Entwicklung der Zelltheorie (Dawkins & Glatthorn 1998) und nicht zuletzt natürlich die Evolutionstheorie (Jensen & Finley 1995, 1997; Sheppard & Prischmann 2003) und dort insbesondere Darwin (Bretschneider 1996; Kampourakis & McComas 2010; McComas 1997; Rudolph & Stewart 1999; Sutton 1989).

Die komplexesten und aufwändigsten historischen Fallstudien sind experimentelle Formen, in denen meist Text- und Laborarbeit in verschiedener Weise kombiniert werden. Diese stellen sehr hohe Anforderungen an Fähigkeiten, Fertigkeiten und Kompetenzen von Lehrkräften wie SchülerInnen. Besonders groß ist das Angebot solcher experimentellen Zugänge in der Physik.⁶³

4.1.2 Funktionen von Wissenschaftsgeschichte

Für die Wissenschaftsgeschichte im Unterricht wird in der Wissenschaftspädagogik eine kaum überschaubare Vielzahl an Aufgaben und Vorzügen diskutiert. Eine (gebrochene) Geschichte des Einsatzes von Wissenschaftsgeschichte schreibend, zeigt Jane Maienschein (2000) folgende klassische Funktionen für „populäre“⁶⁴ Wissenschaftsgeschichte anhand deren historischer Protagonisten auf:⁶⁵

„Traditional arguments cluster in five areas:

- Self-Improvement: history illuminates science and makes us better (Sarton)
- Efficiency: avoids repeating the past, we learn from mistakes (Mayr)
- Perspective: provides judgment and clarity, and thereby makes science better (Mach)
- Imagination: offers wider repertoire of ideas to choose from (Edison)

⁶³Vgl. etwa Teichmann (1999) zu Galilei, Allchin et al. (1999) zum Pendel, Kipnis (1998) zum Licht, Heering (2000); Kipnis (1996) zur statischen Elektrizität, Höttecke (2000; 2001) und Gooding (1989) zu Faraday.

⁶⁴Vgl. Fußnote 2 auf S. 11 der vorliegenden Arbeit.

⁶⁵Auf diese Geschichte kann hier nicht näher eingegangen werden. Vgl. einführend Heilbron (1987: 557 ff.) und Matthews (1994: 54 ff.). Brush (1989) setzt sich mit dem Einsatz von Wissenschaftsgeschichte in Großbritannien auseinander. Nur zur Physik scheinen bisher Übersichtsarbeiten zu existieren (vgl. Bevilacqua & Giannetto 1998; Whitaker 1979).

- Education: promotes public understanding of science and scientific literacy (Holton, Brush).“ (Maienschein 2000: 342)

Das erste von Maienschein genannte Argument der ‚Selbst-Verbesserung‘ durch die Entwicklung logischen Denkens oder methodischer Problemlösestrategien lässt eine Anwendung wissenschaftshistorisch erworbener Kompetenzen in verschiedenen Situationen auch ohne wissenschaftlichen Hintergrund zu. In dieser Verallgemeiner- und Anwendbarkeit ist das Argument vor allem lebensweltlich orientiert. Die folgenden Argumente hingegen sind auf die Naturwissenschaften hin ausgerichtet, Wissenschaftsgeschichte soll damit für diese direkt hilfreich sein.⁶⁶ Der letzte Punkt wiederum verweist auf die naturwissenschaftliche (Aus-)Bildung als wesentliches Anwendungsfeld von Geschichte.

Dieser Punkt wird von Matthews in seinem Standardwerk „Science Teaching. The Role of History and Philosophy of Science“ ausdifferenziert. Er listet mehrere Gründe für den Einsatz von Geschichte im naturwissenschaftlichen Unterricht auf (Matthews 1994: 50), die im Anschluss näher beschrieben werden. Jede solche Liste von Zuschreibungen an die Wissenschaftsgeschichte als Instrument der Wissenschaftskommunikation ließe sich beliebig verlängern, umbauen und ausdifferenzieren,⁶⁷ was anhand der Liste Matthews’ angedeutet wird:

„1. History promotes the better comprehension of scientific concepts and methods.“ (ebd.: 50)

Geschichte soll dabei helfen, naturwissenschaftliche Inhalte leichter zu erfassen, indem sie die Entwicklung eines Konzepts nachvollziehbar macht. Gelegentlich ist aber auch von einer verbesserten Memorierbarkeit naturwissenschaftlicher Inhalte mit Hilfe ‚ihrer‘ Geschichten die Rede (Allchin 1997a: 184; Klassen 2009: 417 f.). Diese Form der Nutzung ist teilweise ein sehr unschwerflicher Bestandteil naturwissenschaftlicher Bildung. So konnte Atomtheorie (Justi & Gilbert 2000) und Genetik (Gericke & Hagberg 2010) gezeigt werden, dass im Unterricht historische und damit eigentlich veraltete Modelle zur didaktischen Aufbereitung bestimmter Inhalte eingesetzt werden, ohne allerdings auf deren Geschichtlichkeit Bezug zu nehmen. Ein historischer Zugang kann aber auch in einer vor-inhaltlichen Phase vorteilhaft sein. Hier dienen historische Darstellungen dazu, die Distanz zwischen Lehrkraft und SchülerIn zu verringern, die Aufmerksamkeit auf ein bestimmtes Problem zu lenken und dabei Verwunderung und Fragen auszulösen bzw.

⁶⁶Vgl. auch Fußnote 25 auf S. 28.

⁶⁷Vgl. etwa die Review einschlägiger Literatur in Solomon et al. (1992: 410 f.).

Gründe dafür zu liefern, warum das Thema überhaupt von Interesse sein sollte (Klassen 2009: 418).

„2. Historical approaches connect the development of individual thinking with the development of scientific ideas.“ (Matthews 1994: 50)

Es lassen sich Verbindungen zwischen individuell entwickelten Konzepten und früheren Phasen der Naturwissenschaftsentwicklung herstellen. Insbesondere die Auseinandersetzung mit Theoriewechseln in der Wissenschaftsvergangenheit gilt als Mittel der Auslösung eines „conceptual change“ im SchülerInnenverständnis (Dedes 2005; Duschl & Hamilton 1998). Allerdings stellt diese Gleichsetzung von paradigmatischer Wissenschaftsentwicklung einer- und Individualentwicklung andererseits in methodischer wie epistemischer Hinsicht eine enorme Herausforderung dar und wird stark kritisiert (vgl. etwa Greiffenhagen & Sherman 2008; Matthews 1997).

„3. History of science is intrinsically worthwhile. Important episodes in the history of science and culture – the Scientific Revolution, Darwinism, the discovery of penicillin and so on – should be familiar to all students.“ (Matthews 1994: 50)

Es gibt verschiedene gesamtgesellschaftlich relevante Phasen in der Wissenschaftsentwicklung, die jedem Schüler und jeder Schülerin bekannt sein sollten. Damit wird auf die bedeutende Rolle der Naturwissenschaften in Zivilisations- und Kulturentwicklung Bezug genommen, wie sie unter anderem im amerikanischen Bildungsstandarddokument „Benchmarks of Science“ herausgestellt wird (American Association for the Advancement of Science 1993: 237). Gleichzeitig lassen sich mithilfe von Geschichte aber auch die Wechselwirkungen zwischen gesamtgesellschaftlichen Bedürfnissen und der Wissenschaftsentwicklung aufzeigen (vgl. etwa Höttecke 2004: 48 f.).

„4. History is necessary to understand the nature of science.“ (Matthews 1994: 50)

Die Notwendigkeit von Geschichte für das Verständnis der „nature of science“ wird von vielen AutorInnen herausgestellt und zwar nicht nur, weil sie Beispiele für NOS-Aussagen liefert, sondern auch deren wichtigstes Medium ist. Sie zeigt die Verschränkung wissenschaftlicher Inhalte mit NOS-Aspekten (Clough 1998: 202, auch Justi & Gilbert 2000:

1007) und ermöglicht dadurch die Partizipation an gesellschaftlichen Entscheidungsprozessen über Wissenschaft (Kolsto 2008: 995 f.). Geschichte dient spezifischer auch als Hilfsmittel zur Weitergabe naturwissenschaftlicher Praktiken wie Hypothesenbildung oder der Entwicklung und Durchführung von Experimenten (Allchin 1997a: 184), hilft innerwissenschaftliche Dynamiken zu verstehen (Höttecke 2004: 50 f.; Stuewer 1994: 55 f.), die Möglichkeiten und Grenzen von Erkenntnisproduktion einzuschätzen (Heering 2000: 370) und Kreativität als zentrales Merkmal von Wissenschaft herauszustellen (Stuewer 1994: 58).

Es ist zu beachten, dass Matthews hier unter „nature of science“ ausschließlich den Prozess wissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung zu verstehen scheint. Dies widerspricht der Darstellung in Kapitel 3.2.1, nach welcher in der konsensuellen NOS auch die folgenden Aspekte (5.-7.) integriert sind:

„5. History counteracts the scientism and dogmatism that are commonly found in science texts and classes.“ (Matthews 1994: 50)

Die Abwehr von Scientismus und Dogmatismus kann wie auch die folgenden Punkte der NOS (Punkt 4) zugerechnet werden, die Alleinstellung in der Liste betont aber die Bedeutung dieser Aufgabe. Unzeitgemäße, naive und oberflächliche Beschreibungen von naturwissenschaftlichen Forschungsprozessen sind in den Augen einiger WissenschaftspädagogInnen so wirksam, dass die ‚Mythenbekämpfung‘ zu einer der wichtigsten Aufgaben der NOS-Bildung geworden ist (vgl. Kap. 4.3.2 der vorliegenden Arbeit, auch Kap. 3.2.2).

„6. History, by examining the life and times of individual scientists, humanizes the subject matter of science, making it less abstract and more engaging for students.“ (ebd.: 50)

Das Aufzeigen der ‚menschlichen‘, ‚individuellen‘ Seite von Wissenschaft und damit ein weiterer Aspekt konsensueller NOS-Konzepte ist in der Literatur besonders häufig anzutreffen und zwar in mehrfacher Hinsicht: Erstens im genannten Sinn, zur Motivation, zweitens als ein Mittel, die kulturellen und sozialen Aspekte von Wissenschaft vermittelbar zu machen (Gauld 1992: 149) und drittens als Möglichkeit der Humanisierung und damit (Wieder-)Sichtbarmachung des Menschen im Forschungsprozess (Höttecke 2001a: 198 ff., auch Jenkins 1989: 25).

„7. History allows connections to be made within topics and disciplines of science, as well as with other academic disciplines; history displays the inte-

grative and interdependent nature of human achievements.“ (Matthews 1994: 50)

Matthews letztes Argument, demzufolge Wissenschaftsgeschichte das Potenzial zum Aufzeigen von intra- und interdisziplinären Forschungszusammenhängen und der Vernetzung von Wissensbeständen hat, wird nur selten explizit formuliert. In gewissen Grenzen ist dieses Argument natürlich Element aller historischer Auseinandersetzung, da diese eine Erkenntnis oder einen Prozess immer in Relation zu anderen Erkenntnissen oder Prozessen betrachtet. Es spielt aber auch in konkreterem Sinn in vielen Fallstudien der Wissenschaftsgeschichte eine große Rolle, insbesondere dann, wenn die Entwicklung ganzer Fachgebiete oder die Geschichte der Erforschung eines komplexen Phänomens thematisiert wird (z.B. Bündler 1994). Zugleich spiegelt sich darin eine Grundlage aktueller, kompetenzorientierter Pädagogik, wie sie etwa im PISA-Konzept oder transdisziplinären Schulfächern wie „Mensch, Natur und Technik“ in Thüringen ihren Ausdruck findet (vgl. S. 57 der vorliegenden Arbeit)).

Wie sich allein an dieser Erläuterung der Liste Matthews zeigt, lassen sich praktisch alle im NOS-Rahmen fassbaren Aspekte des Wissenschaftsbetriebes unter Zuhilfenahme vergangener Naturwissenschaften darstellen und erläutern. Wenn innerhalb der Wissenschaftspädagogik die „nature of science“ häufig als Allheilmittel für die Probleme der „scientific literacy“ (vgl. Kap. 3.1.1) beschrieben wird, dann kann man die Wissenschaftsgeschichte analog als eine Art Allheilmittel für den „nature of science“-Unterricht betrachten. Der Einsatz von Geschichte im naturwissenschaftlichen Unterricht ist einigen Studien zufolge aber nicht ganz unproblematisch, wie im Folgenden gezeigt wird.

4.2 Konzepte

4.2.1 Historiographisch orientierte Konzepte

Üblicherweise dient Wissenschaftsgeschichte im Unterricht als ein Mittel, fachwissenschaftliche Inhalte oder „nature of science“-Aussagen an Schülerinnen und Schüler weiterzugeben. Daneben existieren aber auch einige Vorschläge, Geschichte nicht nur als Gegenstand, sondern als spezifischen Zugang zur Wirklichkeit auch konzeptionell reflektiert in den Unterricht einzubringen. Ein solcher Versuch ist die hochkomplexe „Experimentelle Wissenschaftsgeschichte“, die als besondere Auseinandersetzung mit der Wissenschaftsgeschichte an der Universität Oldenburg entwickelt wurde.

Das Didaktik- und Forschungsprogramm der „Experimentellen Wissenschaftsgeschichte“ versucht, in einer spezifischen Art von Rekonstruktion historischer Forschungsprozesse ein erweitertes Verständnis von Naturwissenschaft zu entwickeln und zu vermitteln. Im Unterschied zu anderen Forschungsmethodiken sind historische Objekte wie Versuchsbeschreibungen, Geräte und Apparate oder Publikationen hier nicht der eigentliche Untersuchungsgegenstand. Vielmehr stellen sie Voraussetzung und Grundlage dafür dar, den jeweiligen Forschungsprozess selbst experimentell nachzuvollziehen und sich in der eigenen, zugleich naturwissenschaftlichen und wissenschaftshistorischen Forschungspraxis dem historischen Fall anzunähern. Forschungen dieser Art fanden ursprünglich hauptsächlich im Bereich der Physikdidaktik statt und richteten sich damit zuerst an LehramtsstudentInnen, die auf diese Weise besser über die „nature of science“ informiert werden sollten, die sie dann später an ihre SchülerInnen weitergeben. Aber auch diese werden, etwa über Ausstellungen oder Unterrichtsimplementierungen, direkt angesprochen. Exemplarisch sei hier Dietmar Hötteckes Konzept eines solchen Einsatzes von Wissenschaftsgeschichte dargestellt.⁶⁸ Wie auch andere Arbeiten aus dem Bereich der „Experimentellen Wissenschaftsgeschichte“ kann es als direkt anschlussfähig an die akademische Auseinandersetzung mit Wissenschaftsgeschichte verstanden werden. „Experimentelle Wissenschaftsgeschichte“ ist nämlich nicht nur ein didaktisches Konzept. Sie trägt auch zu einem erweiterten Verständnis der Physikgeschichte unter WissenschaftshistorikerInnen bei und bereichert mit der Methode des experimentellen Nachvollzugs das wissenschaftshistoriographische Forschungsinstrumentarium, wie etwa die Arbeiten Jan Frercks’ (2001) zu Fizeaus Ätherwindexperiment, H. Otto Sibums (1995) zu Joules Kalorimeter oder Peter Heerings (1998) Versuche zu Coloumbs Torsionswaage zeigen. Gleichzeitig ist die „Experimentelle Wissenschaftsgeschichte“ damit dasjenige pädagogische Konzept, das Ansätze und Methoden der Wissenschaftsforschung am stärksten reflektiert und einbezieht.

In „Die Natur der Naturwissenschaften historisch verstehen. Fachdidaktische und wissenschaftshistorische Untersuchungen“ legt Höttecke einen „historisch-genetisch-experimentellen Unterricht“ dar. Dieser geht auf das Konzept des „genetischen Unterrichts“ zurück, wie es insbesondere von Martin Wagenschein in der Tradition Piagets seit den

⁶⁸Vgl. insbes. Höttecke (2001a). Dieses Werk bietet außerdem einen Überblick über die Tradition des NOS-Unterrichts und des Einsatzes von Wissenschaftsgeschichte im Unterricht und wendet das entwickelte Unterrichtskonzept auf die Versuche Faradays an. Für die aktuelle Auseinandersetzung mit dieser Form der Didaktik vgl. Höttecke, Henke & Riess (2010).

1960er Jahren propagiert wurde. Zentrale Grundsätze waren hierbei die radikale Lebensweltorientierung und eine angeregte, letztendlich aber eigenständige Wissensproduktion durch den einzelnen Schüler bzw. die Schülerin.⁶⁹ Mithilfe der wissenschaftshistoriographischen Ausdeutung, insbesondere in einen komplexen experimentellen Anteil hinein, erfährt dieses Konzept in der „Experimentellen Wissenschaftsgeschichte“ eine wesentliche Erweiterung. Das ursprüngliche Konzept des genetischen Unterrichts wurde, allerdings ohne umfangreichen Experimentanteil, verschiedentlich auch wissenschaftshistorisch interpretiert. Hier steht besonders eine unterrichtliche Kontextualisierung, also die Einbettung von wissenschaftlichen Forschungen und Erkenntnissen in ihre historischen Bedingtheiten, im Vordergrund (vgl. etwa Bündler 1994; Misgeld, Ohly & Strobl 2000; Rühaak 1994). Für Höttecke (2001a: 231 ff.) erlaubt es der „historisch-genetisch-experimentelle Unterricht“, einen Schwerpunkt auf die experimentelle Tätigkeit zu legen, die durch den „New Experimentalism“ in der Wissenschaftsphilosophie und als Forschungsobjekt in der Wissenschaftsgeschichte in den letzten Jahrzehnten verstärkt Beachtung fand.⁷⁰ Besonders gelegen ist Höttecke an der innerwissenschaftlichen Dynamik und damit dem Diskurscharakter der Naturwissenschaften, welcher es erlaubt, Naturwissenschaften als Aktivitäten von Menschen zu erfassen. Sie werden dadurch als Produkt kultureller und gesellschaftlicher Entwicklungen sichtbar, gleichzeitig können aber auch ihre Rückwirkungen auf die Kultur gezeigt werden. Mit einem solchen Ansatz wird es Höttecke zufolge möglich, Unterschiede zwischen Alltags- und Forschungspraktiken aufzudecken und die Vielschichtigkeit von Forschungsprozessen sichtbar zu machen – was die soziale Komponente von Wissenschaft betont.

Diesem Programm steht die klassische Form des Schulversuchs gegenüber, in welcher ein bekanntes Ergebnis auf vorherbestimmtem Wege eingestellt wird und daher Höttecke zufolge all dies nicht leisten kann (ebd.: 223). Wie alle „Replikationen“ oder „Wiederaufführungen“ im Rahmen der „Experimentellen Wissenschaftsgeschichte“ funktionieren Hötteckes historische Experimente auf völlig andere Weise. Sie verstehen sich als hermeneutische Zugänge zu wissenschaftlicher Praxis, die damit zwar ein Verstehen herbeiführen, dies jedoch vor allem über die Reflexion eigener Deutungsmuster leisten (ebd.: 196 f.).⁷¹ Es handelt sich um eine Art Fremdheitserfahrung, wie sie auch in einem

⁶⁹Auf die Ansätze Wagenscheins kann hier nicht gesondert eingegangen werden (vgl. Wagenschein 1988, 2008).

⁷⁰Dies wird an der intensiven Auseinandersetzung mit SchülerInnenvorstellungen zu diesen Aspekten deutlich (vgl. Höttecke 2001a: 53 ff.). Vgl. auch S. 21 der vorliegenden Arbeit.

⁷¹Zu den Grundlagen der historiographischen Analyse im Unterricht vgl. Höttecke (ebd.: 217 ff.).

biologiedidaktischen Standardwerk als obligatorisches Element des Biologieunterrichts betrachtet wird (Gropengießer & Kattmann 2006: 86).

Die „Experimentelle Wissenschaftsgeschichte“ ist auch in ihrer hier nur kurz angerissenen didaktischen Form eine ausnehmend anspruchsvolle Methode. Sie verlangt den Lehrkräften umfangreiche historische und naturwissenschaftliche Fachkompetenz sowie den SchülerInnen bzw. StudentInnen sehr viel Aufmerksamkeit und Geduld ab. Der Ansatz dürfte sich daher vor allem für Projektwochen, Arbeitsgruppen und Ähnliches eignen und bleibt deshalb vor allem auf die Lehramtsausbildung oder wissenschaftshistorische Studiengänge fokussiert.⁷²

Nicht alle Konzepte mit historischem Schwerpunkt weisen die Komplexität der „Experimentellen Wissenschaftsgeschichte“ auf, wie sie hier als eine Art ‚Extrembeispiel‘ vorgestellt wurde. Pumfrey (1989: 143 ff.) etwa schließt in einer Fallstudie zu Lavoisier an die eben thematisierte Idee der Fremdheitserfahrung von Naturwissenschaft an und entwickelt einen „strangers account“, in welchem an einem historischen Untersuchungsobjekt versucht wird, sich als SchülerInnen *und* LehrerInnen in eine ‚unwissende‘ Position zu begeben. Er geht dabei von einer Kritik an der verbreiteten Methode der „guided discovery“ aus, in der die Schülerinnen und Schüler angeleitet durch die Lehrkraft theoretisch oder experimentell zu einem bestimmten, von den modernen Naturwissenschaften als Tatsache behandelten Schluss kommen. Pumfrey weist darauf hin, dass es historiographisch meist nicht möglich ist, ein solches Entdeckungsereignis nachzuweisen, da jede ‚Entdeckung‘ einen Forschungsvorgang darstellt und damit aus vielen Ereignissen besteht. Gleichzeitig legt die pädagogische Erfahrung nahe, dass angeleitetes ‚Entdecken-lassen‘ von einigen ungünstigen Nebeneffekten begleitet wird. So ist die dadurch evozierte Wahrnehmung von Wissenschaft ausgesprochen demotivierend, da die von SchülerInnen entwickelten Hypothesen meist falsch sind, NaturwissenschaftlerInnen hingegen irgendwann immer die ‚richtigen‘ Schlüsse ziehen. Zudem reicht die Evidenz, die durch Versuche oder Beobachtungen im Unterricht erzeugt wird, nie wirklich für das Beenden einer Debatte aus. Die Lehrkraft als Mitglied der scientific community greift daher zwangsweise mit seinem „members-account“ ein, um die Entscheidung zwischen konkurrierenden Hypothesen herbeizuführen (vgl. auch Höttecke 2001a: 223).

⁷²Das Institut für Geschichte der Medizin, Naturwissenschaft und Technik der Universität Jena pflegt seit mehreren Jahren ein Praktikum „Experimentelle Wissenschaftsgeschichte“ als Bestandteil des Magister- bzw. heute Masterstudienganges „Geschichte der Naturwissenschaften“. Zuletzt erschien 2010 unter Zusammenarbeit Oldenburger Physikdidaktiker und der Wissenschaftsgeschichte in Jena ein Sammelband mit historiographischen Fallstudien nach dieser Methode (vgl. Breidbach et al. 2010).

Die Wissenschaftsgeschichte bricht diese Wahrnehmung auf, indem sie die Gleichzeitigkeit unterschiedlicher Erklärungsansätze in verschiedenen Phasen der Wissenschaftsentwicklung nachvollziehbar macht. Dazu müssen sich jedoch auch die Lehrkräfte als „Fremde“ verstehen und die in historischen Prozessen angelegte Unentscheidbarkeit vorerst akzeptieren. Auch hier wird die hermeneutische Natur von Verstehen und damit die mit einer Historisierung einhergehende Vorläufigkeit und Bedingtheit betont. Solche Zugänge sind in der naturwissenschaftsdidaktischen Literatur aber kaum anzutreffen. Geschichte ist dort auch in ausgesprochen historisch ausgerichteten Vorschlägen selten Ausdruck der Reflexion geschichtswissenschaftlicher Zugänge. So legen der „story line approach“ und ähnliche Konzepte einen auf ‚Erzählung‘ fokussierten Umgang mit Geschichte im Naturwissenschaftsunterricht nahe.⁷³ Sie betonen die ordnende Funktion, die eine historische Erzählung auf verschiedene Formen naturwissenschaftlicher Inhalte ausübt. In gewisser Weise wird damit an den allgemeinen Ruf nach mehr Erzählung in der Wissenschaftspädagogik angeschlossen, wie ihn etwa Egan (1989) und im deutschsprachigen Raum Kubli (1996, 2001a, 2001b) vertreten.⁷⁴

Im „story line approach“ wird der Stoff um eine zentrale Idee angeordnet und im Unterricht nachverfolgt. Dabei erfolgt eine Dramatisierung auf die Idee hin, in der sich zentrale Momente und Probleme quasi ‚natürlich‘ aus dem Kontext entwickeln (Stinner 1996: 263 f., auch Stinner & Williams 1998: 1030 f.). Diese spezielle Art der narrativen Zentrierung findet sich auch im Konzept der „personal science“ (Martin & Brouwer 1991) und dem „historisch-genetischen Unterricht“.⁷⁵

Weniger auf das Fach als vielmehr die gesamte schulische Bildung ausgelegt ist Carsons (2001) „epic narrative“. Sie ist als eine multiperspektivische Metaerzählung zu verstehen, die alle Unterrichtsfächer umfasst und damit auch die Beziehungen zwischen Naturwissenschaften, Geisteswissenschaften und Gesellschaft integriert. Sie ist damit eher alternatives Curriculum als Unterrichtsvorschlag, nutzt aber auch Geschichte zur Strukturierung – hier jedoch eben für den gesamten schulischen Lehrstoff und nicht nur einzelne Fächer oder Themen.

⁷³Vgl. auch die „Short Story Science“ nach Roach & Wandersee (1993) und die Konzeption Scotts (1989).

⁷⁴Jüngere Tendenzen der Systematisierung von Erzählungen im naturwissenschaftlichen Unterricht und der Beschreibung ihrer konstitutiven Merkmale finden sich auch bei Klassen (2009) auf Grundlage von Kubli (2001a) und einem analytischen Framework von Norris et al. (2005).

⁷⁵Vgl. die Beiträge in Misgeld, Ohly & Rühaak (1994).

4.2.2 Geschichte, „nature of science“-Konsens und pädagogische Praxis

Einen deutlich pragmatischeren und damit auch mehr an aktueller Unterrichtspraxis orientierten Vorschlag haben Metz et al. (2007) in „Building a Foundation for the Use of Historical Narratives“ formuliert. Darin entwickeln sie einen allgemeinen Framework für die Verwendung von Geschichten im Kontext der modernen (amerikanischen) „nature of science“-Pädagogik. Sie schlagen eine Kombination kurzer Geschichten in größeren Rahmenerzählungen vor,

„[...] a loosely-knit set of chronological episodes taken from the history of science, related either by the characters involved or the theme. These episodes provide coherence for the study of a topic [...]“ (ebd.: 319)

Metz et al. unterscheiden den Einsatz von Wissenschaftsgeschichte in vier unterschiedlich verwendete Formen dieser „short stories“, erstens sogenannte „door-openers“, die zu einem Thema hinführen sollen, zweitens Geschichten „from personal narrative“, die eine emphatische biographische (LehrerInnen-)Erzählung darstellen, drittens solche mit „practical work“, die also von Experimenten begleitet werden und deren Aspekte verdeutlichen und viertens kurze Geschichten, die einzelne NOS-Aspekte fokussieren (ebd.: 322 ff.). An alle diese Formen werden die gleichen Anforderungen gestellt:

- „• Activate prior knowledge through activities that capture student interest and connect students’ background with the story details. This can be done within or independently of the story.
- Use an interrupted story approach to enable students to make inferences and predictions
- Solicit individual and/or group reactions while asking open-ended questions.
- Employ compare and contrast strategies that relate student ideas to the historical ones.
- Provide for related demonstrations and experiments, projects and research, and cross-curricular integration.
- Use writing activities such as a log or journal, for reflections and question generation.

- Use guided reading strategies such as issue-based analysis or paired reading.“

(Metz et al. 2007: 320 f.)

Mit Verweis auf den NOS-Framework von Clough (2006), der im vorherigen Kapitel kurz dargestellt wurde (S. 53 der vorliegenden Arbeit), fordern Metz et al. naturwissenschaftliche Lehrkräfte zu einem gezielten Einsatz solcher Geschichten auf und setzen damit auch eine gewisse, nicht unbedeutende NOS-Kompetenz voraus. Sie empfehlen zudem die Orientierung an der Lebenswelt des Schülers bzw. der Schülerin, eine stabile Verknüpfung von fachlichen Inhalten und NOS-Zielen in den Geschichten sowie die Orientierung von Kommentaren und Fragen auf ein besseres NOS-Verständnis hin. Dabei solle die Authentizität der Geschichten über den Einsatz der „voice of scientists“ gewährleistet und darauf geachtet werden, auch historische Kontexte darzustellen um die Berechtigung älterer Ideen aufzuzeigen (Metz et al. 2007: 321 f.).

Mit diesem Framework haben Metz et al. (ebd.) den derzeit umfangreichsten allgemeinen Kriterienkatalog für historische Unterrichtsnarrationen vorgelegt. Im Vergleich zum eingeschränkteren Konzept der „Experimentellen Wissenschaftsgeschichte“ mit seiner Nähe zur akademischen Wissenschaftsgeschichte und seiner inhaltlichen und methodischen Verdichtung fällt an diesem Konzept vor allem auf, dass Geschichtsschreibung und moderne Wissenschaftsforschung eine eher untergeordnete Rolle spielen. Dies ist sicherlich der Einsatzfähigkeit dieses Frameworks im Unterricht eher zuträglich, es gehen damit jedoch auch einige pädagogisch durchaus relevante Aspekte historiographischer Tätigkeit verloren, wie sie Höttecke und auch Pumfrey etwa als „Fremdheitserfahrung“ beschreiben. Trotz dessen verlangt der „Historical Narrative-Framework“ Lehrerinnen und Lehrern ein verhältnismäßig großes narratives, historisches und mehr noch „nature of science“-Verständnis ab, welches eher vorausgesetzt als diskutiert wird.

Bis auf die hier vorgestellten Sonderfälle der „Experimentellen Wissenschaftsgeschichte“ und des „strangers account“ lässt sich damit festhalten, dass Wissenschaftsgeschichte in der Pädagogik zwar ein häufig vorzufindendes ‚tool‘ ist, allerdings nur als Gegenstand und nicht als Fach. Spezifische fachliche Kompetenzen von WissenschaftshistorikerInnen oder anderen VertreterInnen der Wissenschaftsforschung sind für die ‚pädagogische Reduktion‘ unbedeutend. Gleichwohl geht der Framework von Metz et al. in seiner Verschränkung und Reflexion von „nature of science“ und Geschichte verhältnismäßig weit, da diese sonst nur selten ‚bewusst‘ eingesetzt wird.

In den hier vorgestellten Konzepten verfügt Geschichte über eine große methodische oder strukturelle Eigenständigkeit. Die pädagogische Wirksamkeit solcher konzeptionell unterfütterter historischer Zugangsmöglichkeiten insbesondere in Hinblick auf die Vermittlung der „nature of science“ war bisher nur selten Gegenstand von Untersuchungen. Einschlägig ist die Arbeit Abd-El-Khalicks und Ledermans (2000) zu einsemestrigen „history of science (HOS) courses“ für College- und insbesondere Lehramts-StudentInnen („pre-service teachers“). Den Ergebnissen dieser Studie zufolge konnten solche Veranstaltungen das NOS-Verständnis der TeilnehmerInnen kaum verbessern. Selbst explizite Aussagen zur „nature of science“ der in den Kursen behandelten ‚Geschichten‘ hatten darauf nur in einzelnen Aspekten positiven Einfluss (Abd-El-Khalick & Lederman 2000: 1082 ff.). Dies wirft die Frage auf, warum HOS-Kurse für die Vermittlung der „nature of science“ ungeeignet sein sollen, wo doch viele ihrer Aussagen mit Hilfe der Wissenschaftsgeschichte gewonnen wurden. Abd-El-Khalick und Lederman argumentieren, dass die Kurse häufig aus didaktisch aufbereiteten Geschichten über historische Prozesse bestehen, die kaum Ansatzpunkte für kritische Auseinandersetzung bieten. Ein Konzeptwechsel von der zeitgenössischen zu einer historischen Vorstellung ist daher von Studenten und Studentinnen ohne historiographische Erfahrung nur schwer zu leisten. Gleiches gilt für einen zweiten „conceptual change“, der die vergangenen Prozesse in Beziehung zu gegenwärtigen setzt und die Bewertung von Ähnlichkeiten und Unterschieden beider beinhaltet. Außerdem würden in HOS-Kursen zu wenig explizite Darstellungen der „nature of science“ eingebaut, was die Herstellung eines Zusammenhanges zwischen den Geschichten und einem abstrakten NOS-Konzept erschwert. Darüber hinaus scheinen die Studierenden zu viele NOS-Fehlvorstellungen verinnerlicht und in die Kurse eingebracht zu haben, deren Auflösung in der Kürze der Zeit kaum zu leisten ist. Auch ist ein Verständnis des wissenschaftlichen Forschungsprozesses nicht unbedingt ein Ziel von HOS-Kursen, die durchaus auch rein inhaltlichen Zielen dienen können oder zentrale Elemente der Wissenschaftsentwicklung als allgemeines Bildungsgut vermitteln sollen (ebd.: 1085 ff.). Zudem existiert, wie an entsprechender Stelle ausgeführt (vgl. Kap. 3.2.2), keine systematische und umfassende LehrerInnenausbildung zu Wissenschaftsverständnissen und damit auch Wissenschaftsgeschichte, was die Umsetzung entsprechender Veranstaltungskonzepte stark behindert. Dies lässt sich beispielhaft auch für die deutschsprachige Biologiedidaktik nachweisen: Mehrere Lehrwerke der Biologiedidaktik erwähnen innerhalb von Abschnitten zu Wagenscheins „Exemplarischem Prinzip“ das „historisch-genetische Lernen“ (Killermann, Hiering & Starosta 2005: 46; Köhler (2004a: 128)). Biologiegeschichte

wird aber als Teil solcher Lernprozesse nur benannt, eine dedizierte Auseinandersetzung damit als Unterrichtselement findet sich in nur einem der fachdidaktischen Lehrwerke und fokussiert die klassischen Funktionen der Wissenschaftsgeschichte (Unterstützung beim Verstehen biologischer Zusammenhänge und Evaluation von Lernprozessen über die Herstellung von Beziehungen zwischen individuellen und wissenschaftlichen Vorstellungen, insbesondere aber auch die Auseinandersetzung mit der „nature of science“) (Gropengießer & Kattmann 2008: 84 ff. Gropengießer, Kattmann & Krüger 2009: 32).

Trotz dieser schwierigen Ausbildungssituation werden geringe positive Effekte von HOS-Kursen auf die Ausprägung von NOS-Verständnissen bei angehenden LehrerInnen verschiedentlich bestätigt (Dass 2005; Lin & Chen 2002). Entsprechende Wirkungen werden auch in einer älteren Studie zur Änderung von NOS-Verständnissen durch HOS-Kurse bei Schülern und Schülerinnen angedeutet (Solomon et al. 1992). Da in diesen Studien jedoch Veranstaltungen untersucht wurden, die längstens ein Semester dauerten, könnte es „some critical mass of HOS coursework“ (Abd-El-Khalick & Lederman 2000: 1089) geben, die zu stärkeren Verständnisänderungen beiträgt. Doch auch unabhängig vom nur schwer zu bestimmenden quantitativen Effekt solcher Kurse lässt sich zumindest festhalten, dass „[...] on the optimistic side, one such course is certainly better than no such course.“ (Dass 2005: 109)

Die Ergebnisse solcher Studien zu ‚einfachen‘ HOS-Kursen lassen sich sicherlich nicht auf jene Konzepte verallgemeinern, in denen Wissenschaftsgeschichte als komplexe, eigenständige Form in die naturwissenschaftliche Ausbildung integriert wird (vgl. Kap. 4.2.1). Gleichzeitig sind die analysierten Veranstaltungen (wie auch solche Konzepte) als eigenständige Angebote nicht der Regelfall von Wissenschaftsgeschichte in der (Aus-) Bildung. Sie tritt häufig unterschwellig und ohne explizite Adressierung *als* Geschichte auf. Es handelt sich um einen *anderen*, in der vorliegenden Studie bisher nicht thematisierten, aber weitaus verbreiteteren Umgang mit Geschichte in der naturwissenschaftlichen Bildung. Dieser findet vor allem in Hochschullehrbüchern und Schulbüchern statt und wird im Folgenden thematisiert.

4.3 Analysen vorhandener Geschichte

4.3.1 Geschichte als Lehrbuchtext

Während die in Kapitel 4.2 beschriebenen Vorschläge zur Wissenschaftsgeschichte etwas Neues in den Unterricht einführen – sei es in Form einer Methode oder eines besonderen Beispiels –, existieren zahllose Wissenschaftsgeschichten⁷⁶, die schon immer Teil von Ausbildung und Lehrwerken waren. Aus fachwissenschaftlicher Perspektive ist Geschichte darin vor allem ein Unterrichtsmittel und dient wie auch andere solche Mittel der Motivation bzw. der Weitergabe fachlicher Inhalte (vgl. S. 66 der vorliegenden Arbeit).⁷⁶ Diese eher ‚unsichtbaren‘ Geschichten, die nicht als Konzept adressiert werden und daher in der Sekundärliteratur kaum Spuren hinterlassen, wurden in den letzten Jahren in verschiedenen Studien systematisch auch auf ihre Merkmale hin analysiert, vorrangig im Bereich der weiterführenden Schulen und meist in den USA oder Kanada.⁷⁷

Solche Studien stellen immer wieder fest, dass die in naturwissenschaftlichen Lehrwerken enthaltene Geschichte unabhängig von curricularen Bedürfnissen auftritt. Formal umfassen die entsprechenden Darstellungen ein weites Feld zwischen der Nennung von Daten wie Namen und Jahreszahlen auf der einen sowie detaillierten Fallschilderungen früheren Forschungsgeschehens auf der anderen Seite (Souque 1987: 81; Orpwood & Souque 1984: 139). Diese historischen Passagen in Lehrwerken haben verschiedene Schwerpunkte: Etwa die Hälfte besitzt konzeptionellen Charakter und dient damit der Vermittlung fachlicher Inhalte, es folgen Abschnitte, die Forschungsprozesse beschreiben. Eher selten werden gerade in Biologielehrwerken die Kontexte solcher Forschungsprozesse angesprochen (Wang 1998: 132 ff.; 1999: 10 ff.; Narguizian 2002: 79 ff.). Der auch überzeitlich stabile Mangel an Kontextualisierung und NOS-Bezügen im Allgemeinen wird

⁷⁶Dieser Umstand könnte auch einen Befund von Seroglou & Koumaras (2001: 155) erklären. Sie konnten im Zeitraum von 1960 bis Mitte der 1990er Jahre für die Physik in der Literatur keine experimentellen Zugänge auf historischer Grundlage nachweisen. Dies könnte darauf zurückgeführt werden, dass historische Standardversuche wie die Galileis zum Fall oder Pendel in der Physik, Verbrennungsversuche auf Grundlage Lavoisiers „oxygén“-Konzept in der Chemie oder Priestleys Atmungsversuche in der Biologie schlichtweg nicht als etwas ‚Besonderes‘ wahrgenommen werden. Sie sind daher praktisch nie gesondert diskutiert worden, auch wenn in Unterricht und Ausbildung auf die geschichtliche Dimension etwa in Form der Namen und Lebensdaten oder historischen Versuchsbeschreibungen hingewiesen wird.

⁷⁷Vgl. Drakopoulou, Skordoulis & Halkia (o. J.[a],[b]); Eijck & Roth (2008); Fariás, Castelló E. & Molina C. (2012); Leite (2002); Narguizian (2002); Orpwood & Souque (1984); Pagliarini & Silva (2007); Seliotis (2007); Souque (1987); Wang (1998, 1999); Williams (2002). Mit Shim (2004) liegt auch eine Studie vor, die nach Wissenschaftsgeschichte in „World History Textbooks“ fragt, damit allerdings auch einen ganz anderen Schwerpunkt hat.

von vielen Lehrbuchstudien problematisiert (Leite 2002: 355; Williams 2002: 95; Abd-El-Khalick, Waters & Le 2008) und wurde zuletzt anhand spanischer Chemieschulbücher bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts zurückverfolgt (Farías, Castelló E. & Molina C. 2012). In der Folge präsentieren die historischen Abschnitte in solchen Werken

„a view of science that is rational, realist and positivist because the results presented in textbooks (key experiments/theories/observations) are sharpened at the same time as the context[s] (the social milieu, current scientific debates, etc.) are leveled. Scientific progress appears inevitable unproblematic. The result is an artificially positivist view of science.“ (Seliotis 2007: 76)

Sind Kontexte vorhanden, so sind sie meist wissenschaftlicher oder technischer Natur. Soziale, politische und religiöse Zusammenhänge hingegen spielen keine Rolle (Drakopoulou, Skordoulis & Halkia o. J.[b]: 8). Die Darstellungen neigen regelmäßig zur Überhöhung der Leistung einzelner historischer AkteurInnen ohne deren Forschungsarbeiten miteinander in Verbindung zu bringen und sind weitestgehend standardisierte Beispiele ohne jede Form der Quellenangabe oder gar weiterführende Lektüreempfehlungen (Orpwood & Souque 1984: 140). In der Organisation des Gesamttextes erscheinen sie regelmäßig als „Add-on“ (Williams 2002: 90):

„In many instances, the use of historical aspects is merely a device to ‚break up‘ the text or introduce a distraction for pupils that gives them an opportunity to divert their attention from the core text of the book.“ (ebd.: 92).

Die Nennung von Daten (Namen/Jahreszahlen) werden teilweise als eine Art „marker“ eingesetzt und kennzeichnen dann etwa zentrale Lerninhalte (Gough 2006: 628 ff.). Sämtliche Geschichte im naturwissenschaftlichen Lehrwerk ist kaum zur Vermittlung der „nature of science“ geeignet, weil deren wesentlichen Aspekte nicht sichtbar sind (Wang 1999: 24 ff.; Leite 2002: 355; Drakopoulou, Skordoulis & Halkia o. J.(a): 15). Nationale Bildungsstandards, die sich häufig auf die Geschichte der Naturwissenschaften beziehen, wurden also nur unzureichend in Lehrwerken umgesetzt (z.B. Wang 1998: 141; Narguizian 2002: 92 f.).⁷⁸

Trotz unklarer Funktion und kaum erkennbarer Anbindung an Bildungsstandards oder Fachdidaktiken tritt Geschichte im Lehrwerk ausgesprochen häufig auf. Wang (1998:

⁷⁸Ähnliche Ergebnisse förderten auch Analysen von Kinder- und Jugendbüchern mit Wissenschaftlerbiographien zutage, Dagher & Ford (vgl. 2005).

100 f.) etwa erfasst in einer Analyse mehrerer Physik-Schulbücher der 1990er Jahre bis zu 305 wissenschaftsgeschichtliche Passagen auf 514 Seiten, was immerhin 0,59 pro Seite entspricht. Narguizian (2002: 69) fand in Biologiebüchern für die Sekundarstufe (secondary school) bis zu 217 solcher Abschnitte auf 1053 Seiten.

Bewertet man die Geschichte in naturwissenschaftlichen Lehrwerken also vor dem Hintergrund pädagogischer und didaktischer Standards und Empfehlungen, so lässt sich das Vorhandene nur negativ beschreiben, als einen Mangel an Umsetzung solcher Vorgaben. Positive Aussagen über die untersuchten historischen Passagen im Sinne solcher, die über Mängelfeststellungen hinaus deren Merkmale beschreiben, sind nur sehr selten nachweisbar. Eine derartige Ausnahme stellt die Studie von Seliotis (2007) dar, der ein Sample von 14 kanadischen Schullehrbüchern der Biologie kapitelweise und damit bezogen auf die Themengebiete auswertete. Er verglich den Umgang mit Geschichte in den Fachgebieten Biochemie, Zytologie, Evolution, Genetik und Physiologie innerhalb der Lehrbuchtexte. Seliotis zufolge sind zwar in allen untersuchten Fachgebieten historische Darstellungen vorhanden. Eine herausragende Rolle spielt Geschichte schon rein quantitativ jedoch in den Feldern Genetik und Evolution. Nicht nur wird in allen analysierten Werken ausführlich auf Gregor Mendel als ‚Vater der Genetik‘ eingegangen, sondern

„[...] this topic, containing the most HOS units, also contains the most intriguing of scenarios. From the point of view of NOS we have the political interference of Lysenko, we have the tragic drama of Rosalind Franklin, the atypical work of Watson and Crick garnering results and awards, the standard empiricism and experimentation of T.H. Morgan, to name but a few. This topic, more than any other, shows the range of human activity involved in biology.“ (ebd.: 54)

Die Sonderstellung der Geschichte in der Genetik begründet Seliotis damit, dass diese Disziplin ihre Vergangenheit nutzt, um sich abzugrenzen und ein kollektives Selbstverständnis zu konstituieren (vgl. auch S. 34 der vorliegenden Arbeit). Er bezeichnet deshalb die Geschichten um Mendel, aber auch um Darwin, für den er im Zusammenhang mit der Evolutionsbiologie Ähnliches zeigen kann, als „scientific birth stories“ (ebd.: 64).⁷⁹

Die Ausnahmestellung Mendels wurde von Kugler (2002) aus einer ganz anderen Perspektive bestätigt. Kugler untersuchte amerikanische College-Biologielehrbücher auf

⁷⁹Vgl. zur „Wiederentdeckung“ der Mendelschen Regeln, die als ‚zweite Geburt‘ ebenfalls eine sehr große Rolle in populären Darstellungen spielt, jüngst Simunek, Hoßfeld & Wissemann (2011).

ihren Umgang mit den Begriffen „hypothesis“, „theory“ und „law“. Er konnte zeigen, dass der Begriff Hypothese meist im historischen Kontext und zwar dann verwendet wird, wenn man einen Sachverhalt als noch nicht abgeschlossen beschreibt. Als „Theorie“ hingegen wird dieser dann bezeichnet, wenn von ‚Heute‘ die Rede und er immer noch gültig ist. Die Begriffe zeigen Kugler zufolge damit die Zeitlichkeit eines Forschungsgegenstandes an, dies allerdings immer implizit, subtil und wissenschaftsphilosophisch falsch. Eine Ausnahme stellen Mendels Forschungsergebnisse dar, die meist als „law“, manchmal auch als „principle“ bezeichnet werden (Kugler 2002: 345 f.). Es wird damit offensichtlich aus der dieser eigenwilligen Zeitstruktur herausgehoben und anders bewertet.

In den Studien von Seliotis und Kugler werden zusätzliche disziplinäre und konzeptionelle Analyseebenen deutlich. Diese Zugänge gehen über eine bloße statistische Erfassung unterschiedlicher Darstellungstypen und ihrer Merkmale bzw. den Abgleich mit konsensuellen „nature of science“-Kriterien und bestimmten Bildungsstandards hinaus. Sie beschreiben nicht nur das Wissenschaftsbild historischer Passagen, sondern versuchen zudem, die Sinnstiftung der Abschnitte im Rahmen der jeweiligen pädagogischen bzw. Fach-Kultur aufzuweisen und zu beschreiben. Diese Rückbezüglichkeit macht auch die Prägung historischer Darstellungen durch ihre disziplinären Herkunftskontexte sichtbar.

4.3.2 Mythos und Ausbildung

Besonderes Augenmerk auf dieser ‚Meta‘-Ebene wird in der Literatur auf Darstellungen gelegt, die individuelle Leistungen oder Entwicklung in besonderer Weise überbetonen – sogenannte ‚mythische‘ Darstellungen.⁸⁰

McComas (1997: 492 f.) beispielsweise beschreibt anhand verschiedener Zugänge zu Charles Darwin die Geschichten im Lehrbuch als mystifizierende Karikaturen, die zentrale Aufgaben der Geschichte unterwandern, namentlich die „Humanisierung“ und die Unterstützung beim Verstehen von Forschungsprozessen (vgl. Kap. 4.1.2).⁸¹ Im Anschluss an eine Paraphrase des Standard-Lehrbuchzuganges zu Darwin ‚dekonstruiert‘ McComas

⁸⁰Vgl. auch Abir-Am (1982). Mit Mythen, insbesondere zum Verhältnis von Wissenschaft und Religion, setzt sich auch die akademische Wissenschaftsgeschichte auseinander, vgl. etwa Dixon (2008); Numbers (2009).

⁸¹Dies beschreibt auch Höttecke, demzufolge Lehrbuchtexte als paradigmatischer ‚Standardzugang‘ im Sinne Kuhns jene interpretatorischen, interventionalistischen und sozialen Aspekte verschleiern, die in der Wissenschaftsforschung spätestens seit den frühen 1980er Jahren betont werden (Höttecke 2001a: 144 ff.). Eine ganz ähnliche Argumentation findet sich bei Gooding (1989) für seine Replikation von Versuchen Faradays, vgl. auch Kap. 2.2.1.

fünf Lehrbuch-,Mythen‘ zur Entstehung der Evolutionstheorie und bietet alternative Narrationen dazu an.⁸²

Systematisch wurde das Element des Mythischen am Weitesten von Allchin (2003) unter dem Schlagwort „Scientific myth-conceptions“ ausdifferenziert. Er geht ähnlich wie McComas vor und präsentiert an den Beispielen Gregor Mendel, H. B. D. Kettlewell, Alexander Fleming, Ignaz Semmelweis und William Harvey erst jeweils einen ‚mythischen‘, dann den ‚korrekten‘ Zugang und erläutert, was dieser jeweils zum Verständnis wissenschaftlicher Forschungsprozesse beitragen kann. Über die bloße Feststellung des mythischen Charakters hinaus beschreibt und kommentiert er jedoch auch das, was er die „architecture of scientific myths“ nennt:

- „Monumenality“ – „First, all the scientists, as literary characters, are larger than life.“ (ebd.: 342) WissenschaftlerInnen stellen zweifellos positive Rollenmodelle dar, dieser Modellcharakter kann aber auch in sein Negativ umschlagen und Distanz zwischen den genialen Naturwissenschaftler-HeldInnen und wissenschaftsinteressierten SchülerInnen erzeugen.
- „Idealization“ – „Qualifications are lost. Extremes emerge. What remains is a black-and-white image of science [...]“ (ebd.: 344) Über eine Konzentration auf Extreme verschwinden Differenzen und Details, die Geschichte wird linearer und der zugrundeliegende Forschungsprozess vereinfacht.
- „Affective drama“ – „A third element of the mythic architecture is literary techniques whose purpose is entertainment and persuasion.“ (ebd.: 345) Der ‚Unterhaltungswert‘ mythischer Geschichte dient der Bindung an die historischen AkteurInnen und erhöht damit die emotionale Wirkung der beschriebenen Ereignisse.

Die auf diese Weise konstruierte mythische Erzählung dient ‚höheren‘ disziplinären und pädagogischen Zwecken, die Allchin so beschreibt:

„Historical tales of science implicitly model the scientific process by showing how a series of events leads to a certain result [...] As idealized accounts, most are rational reconstructions and serve to justify the authority of the scientific conclusion. Right method, right ideas. Wrong method, wrong ideas. The story

⁸²Diese Mythen sind: 1. dass Darwin der Naturforscher auf der Beagle war; 2. dass Darwin die natürliche Selektion während der Reise entdeckte; 3. dass die Galapagos-Inseln ausschlaggebend für diese Entdeckung waren; 4. dass die Finken bei der Entwicklung der Theorie eine zentrale Rolle spielten; 5. dass Darwin allein die Evolution durch natürlichen Auslese entdeckte.

Mythic narratives	Nature-of-Science History
Science-made	Science-in-the-making
Overinflated genius	Opportunities
Unqualified Universality	Unvertainties
Retrospect, Romanticism	Respect for historical context
Caricatures	Contingency, Complexity, Controversy
Expected results & Excuses	Error Explained

Tabelle 4.1: Allchins „SOURCE“-Modell für die Textanalyse (ebd.: 347).

of a discovery explains, narratively, the methods of science and, hence, the authority of science.“ (Allchin 2003: 346)

Als gegenläufige Strategien empfiehlt er „alternative stories of science that break the norms of the mythic structure and hence begin to expose the conventions at work“ (ebd.: 348). Viel wichtiger ist Allchin jedoch die Vermittlung eines Verständnisses für die Struktur der „myth-conceptions“, das eine eigenständige Reflexion über den Umgang mit Geschichte im Unterricht erlaubt. Zusammengefasst wird dies von ihm sicherlich nicht ohne Ironie im Akronym „SOURCE“ (vgl. Tab. 4.1).

Der Ansatz, NOS-bezogen problematische Geschichten zu erkennen, zu vermeiden und wenn möglich zu ersetzen, hat in der Wissenschaftsdidaktik eine lange Tradition.⁸³ Er reicht bis in die 1960er/70er Jahre zurück und geht maßgeblich von Thomas S. Kuhns Beschreibung naturwissenschaftlicher Ausbildung aus. Die dort vorgefundene Wissenschaftsgeschichte ist für Kuhn keine ‚wahre‘ Wissenschaftsgeschichtsschreibung, sondern eine Sonderform, die Aufgaben der Fachsozialisation erfüllt, deshalb von eigenen Prämissen ausgeht und eigene Schlüsse zieht (vgl. Kap. 2.3.3). Diese ‚andere‘ Geschichte kann in zweierlei Gestalt auftreten: Zum einen erscheint sie als „false history“, die falsche historische Fakten enthält, deshalb aber auch leicht zu korrigieren ist. Zum anderen kann sie auch die sehr viel problematischere „pseudohistory“ sein, die „conveys false ideas about the historical process of science and the nature of scientific knowledge, even if based on acknowledged facts.“ (Allchin 2004: 186) Angelehnt an die Auseinandersetzung mit der „whig history“ innerhalb der akademischen Wissenschaftsgeschichte (vgl. Kap. 2.2.1) wird hier auf eine problematische Interpretation historischer Wirklichkeit hingewiesen, die diese und damit auch den Ablauf von Forschungsprozessen fehlinterpretiert.

⁸³Vgl. dazu v. a. Brush (1974); Klein (1972). Einen Überblick über die Debatte gibt Matthews (1994: 71 ff.).

Da NaturwissenschaftlerInnen oder auch Naturwissenschaftslehrkräfte selten historische Kompetenz besitzen, sind hier besondere Hinweise nötig. Allchin leistet dies einerseits mit dem oben angeführten „SOURCE“-Modell, andererseits aber auch mit einer Liste von „Warning Signs“, die Lehrerinnen und Lehrer davon abhalten sollen, ‚pseudohistorische‘ Darstellungen zu übernehmen (vgl. Allchin 2004: 193). Mit diesen Mitteln wird eine Lehrkraft nicht in die Lage versetzt, selbstständig historiographische Darstellungen zu erarbeiten, kann aber immerhin vorhandene Darstellungen auf elementarer Ebene auf ihre unterrichtliche Eignung hin prüfen.

4.4 Zusammenfassung

Wie gezeigt wurde, erfüllt die Wissenschaftsgeschichte im Unterricht wichtige Funktionen und wird pädagogisch und didaktisch entsprechend ausgedeutet. Sie dient vor allem als Vehikel für fachwissenschaftliche Inhalte, insbesondere aber auch zur Vermittlung von NOS-Aspekten. Die dafür verwendeten historischen Fallbeispiele können sehr unterschiedliche Gestalt annehmen – die Spanne reicht von kurzen, motivierenden Erzählungen zu Beginn einer Schulstunde bis zu komplexen und zeitaufwändigen Experimentalsettings und Bühnenstücken, die mehrmonatige Einarbeitung erfordern.

So unterschiedlich wie Form und Struktur der einzelnen Fallbeispiele sind auch die didaktischen Zugangsmöglichkeiten. Als explizite, eigenständige Formen von Wissenschaftsgeschichte im Unterricht können die in Kapitel 4.2 beschriebenen Zugänge verstanden werden. Sie ergänzen ein naturwissenschaftliches Curriculum, dass sich nicht vordergründig für Geschichte interessiert und unterwandern es dadurch gewissermaßen. Die Experimentelle Wissenschaftsgeschichte ist ein Paradebeispiel für diese *andere* Art von historischer Auseinandersetzung im Unterricht. Sie legt einen Fokus auf Fremdheits-erfahrung, Historizität und diskursive Forschungspraxis und weicht damit erheblich von den üblichen naturwissenschaftlichen Vermittlungsformen ab. Innerhalb der Naturwissenschaftsdidaktik zeichnet sich aber auch eine Entwicklung ab, die Geschichte weitreichend in stärker konsensuell orientierte Unterrichtskonzepte zu integrieren. Im entsprechenden unterrichtspragmatischen Vorschlag von Metz et al. liegt deshalb der Schwerpunkt nicht auf historiographischen Fragestellungen, sondern der Repräsentation von NOS-Aspekten (vgl. Kap. 4.2.2) in erprobten Formen. Dieser jüngere Trend einer Konsolidierung wissenschaftshistorischer Potenziale innerhalb der Naturwissenschaftsdidaktik besitzt allerdings noch keine große Reichweite; insbesondere in der LehrerInnenausbildung ist die Wis-

senschaftsgeschichte auch weiterhin stark unterrepräsentiert. Hier bestehen Parallelen zur vergleichbar schwach institutionalisierten NOS-Ausbildung. Der Einsatz von Wissenschaftsgeschichte innerhalb von Unterrichtsvorschlägen in naturwissenschaftsdidaktischen Fachzeitschriften und -büchern muss deshalb regelmäßig ohne eine geschichtsspezifische methodische Rahmung auskommen.

Entsprechend schwach ausgeprägt ist auch die Forschung zu aktuell im Unterricht vorhandener Wissenschaftsgeschichte. Nur wenige Studien setzen sich damit auseinander, welche Formen im Unterricht verbreitet und wie sie beschaffen sind. Man beschreibt und diskutiert stattdessen neue didaktische Möglichkeiten und sucht damit einen Zustand zu verbessern, von dem man nichts weiß, außer das er ‚unzureichend‘ ist, der Geschichte nicht genug und nicht den richtigen Raum gibt (vgl. Kap. 4.3.1). Sofern vorhandene Wissenschaftsgeschichte insbesondere im zentralen Medium Schulbuch (vgl. auch Kap. 5.1.1) überhaupt als didaktisches Forschungsthema auftaucht, wird sie in verschiedenster Hinsicht als mangelhaft ausgewiesen. Exemplarisch hierfür ist McComas Mythenanalyse, in welcher pädagogische ‚Falschdarstellungen‘ den entsprechenden ‚wahren‘, mit wissenschaftshistoriographischer Kompetenz fundierten Geschichten gegenübergestellt werden. Implizit stellen diese Mängellisten auch Empfehlungen dar, insofern die Feststellung etwa eines ‚überhöhenden‘ Charakters einer Darstellung nahelegt, das dies im Idealfall anders sein sollte. Nur in Einzelfällen reichen die Ergebnisse der Analysen über die untersuchten Fälle und ihre NOS-Funktion hinaus und treffen Aussagen zu Merkmalen historiographischer Darstellungsmodi. Seliotis leistet dies mit seiner Differenzierung fachbereichsspezifischer Zugänge zu Vergangenheit; bei Allchin wird die Analyse naturwissenschaftlicher „Mythen“ sogar zu einem Konzept für den Umgang mit Wissenschafts-Erzählungen ausgebaut.

Zweifellos sind neuartige Ansätze wie der Framework von Metz et al. ein klares Indiz für die bisher ungenutzten Potenziale, die eine pädagogisch verstandene Wissenschaftsgeschichte bietet. Deren Nutzung setzt allerdings ein sehr viel umfangreicheres Verständnis des aktuellen Einsatzes von Geschichte im naturwissenschaftlichen Unterricht und seiner Kontexte voraus. Dafür sollten auch mediale Aspekte Berücksichtigung finden, die bisher weitestgehend vernachlässigt wurden. Im folgenden Kapitel sollen genau diese in zweierlei Hinsicht beleuchtet werden: zum einen mit einem Fokus auf den pädagogischen Charakter des Schulbuchtextes, zum anderen mit einem Schwerpunkt darauf, dass es sich um populäre biologische und damit eben auch naturwissenschaftliche Texte handelt.

5 Geschichte im Schulbuch als Forschungsobjekt

Historische Darstellungen in Schulbüchern unterscheiden sich wesentlich von anderen Möglichkeiten, frühere Biologie im Unterricht zu thematisieren. Wissenschaftsgeschichte im Schulbuch ist nie umfangreich wie eine Monographie, nie praktisch im Sinne experimenteller oder beobachtender Tätigkeit, vor allem aber ist sie nie unabhängig: Sie ist Element eines komplexen Textes, dessen Priorität nicht auf der Vermittlung historischer Inhalte liegt und darüber hinaus Teil eines Lehrmittels bzw. Mediums, dass wie kein anderes schulische und insbesondere naturwissenschaftliche Bildung prägt (Menzel 2007: 51). Auch wenn im Zentrum der Untersuchung historische Darstellungen stehen sollen, zeichnen sie sich als Teile von naturwissenschaftlichen Lehrwerken auch durch Merkmale und Bedingungen aus, die von diesem medialen Kontext bestimmt sind. Für eine realistische Einschätzung ihrer Struktur, Funktion und Wirkung ist es daher notwendig, auch diese Abhängigkeiten und die resultierenden Reibungen in der Analyse zu berücksichtigen (vgl. Kap. 5.1).

Im Anschluss (vgl. Kap. 5.2) werden vorhandene Analyseheuristiken vorgestellt. Im Zusammenspiel mit dem bisher entwickelten Forschungsstand ist daraus eine neuartige Heuristik zu entwickeln, die den verschiedenen, auf sehr unterschiedlichen Ebenen angesiedelten Fragestellungen gerecht wird.

5.1 Das Schulbuch als Medium naturwissenschaftlicher Bildung

5.1.1 Pädagogische Merkmale des (Biologie-)Schulbuches

Das Schulbuch ist eine Textform mit vielen Aufgaben:⁸⁴ Es soll Information repräsentieren, transformieren, systematisieren und zum Lernen motivieren; es dient der Koordination von unterrichtlichem Lerngeschehen und unterstützt die SchülerInnen bei der Entwick-

⁸⁴Merkmale und Funktionen von Schulbüchern werden ausführlich in Bamberger et al. (1998) dargestellt, vgl. bezogen auf den Sachkundeunterricht der Grundschule auch Rauch & Wurster (1997: 24 ff.). Einen aktuellen Überblick aus wissenschaftshistorischer Perspektive liefert Shapiro (2012).

lung von Lernstrategien und der Selbsteinschätzung des Lernerfolges. Es wirkt aber auch im Sinne einer Werteerziehung über die fachliche Ausbildung hinaus und hat damit politische und kulturelle Funktionen inne (Mikk 2000: 17 ff.). Als Text ist es Arbeitsmittel und Selbstbildungsmittel zugleich, Anschauungshilfe, Merkhilfe, Übungsbuch und Nachschlagewerk und dabei genauer auf das Leistungsniveau der Schüler und Schülerinnen abgestimmt, als jedes andere Medium (Killermann, Hiering & Starosta 2005: 175). Darüber hinaus ist das Schulbuch konstitutiv für die Etablierung disziplinärer Paradigmen und definiert deren äußere Grenzen. Es gilt daher als „key mechanism“ (Issitt 2004: 688 f.) der Reproduktion ontologischer und epistemologischer Grundannahmen einer Disziplin, des Lehrplanes und des Bildungssystems als Ganzem. Johnsen zufolge ist das Schulbuch deshalb

„[...] neither just subject content, nor pedagogy, nor literature, nor information, nor morals nor politics. It is the freebooter of public information, operating in the grayzone between community and home, science and propaganda, special subject and general education, adult and child.“ (Johnsen 2001: chapter6.html)

Diese wichtigen Aufgaben machen es zu einem extrem dominanten Unterrichtsmittel: Mit Verweis auf Studien zum Schulbucheinsatz spricht Mikk (2000: 15) davon, dass der weitaus größte Teil der Unterrichtszeit unter Verwendung von Schulbüchern stattfindet, sie *die* Hauptquelle für das vermittelte Wissen darstellen und maßgeblich Lehre und Lernen sowohl inhaltlich als auch methodisch regulieren (vgl. auch Johnsen 2001). Einer älteren Studie zufolge werden im naturwissenschaftlichen Unterricht in Deutschland über 95% der Schülerinnen und Schüler mit Hilfe von Schulbüchern ausgebildet. 74% aller SchülerInnen werden zudem von einer Lehrkraft unterrichtet, der Schulbücher für die spezifische Präsentation des Lehrstoffes zu Rate zieht (Beaton et al. 1996: 150 f.). Dies bedeutet letztendlich, dass „[...] to think about the content of textbooks and how they are authored, published and used is to think about the purpose of schooling.“ (Crawford 2003: 5)

An dieser Rolle dürfte sich auch in naher Zukunft nichts ändern, da Schulbücher ihre zentralen pädagogischen Aufgaben weiterhin erfüllen müssen, selbst wenn sie in neue Medien überführt werden (Gropengießer & Kattmann 2008: 371). Zudem unterliegen in vielen Nationen Schulbücher als einzige Gattung von Unterrichtsmedien einer Zulas-

sungspflicht und dienen damit gewissermaßen als Leitmedien für Unterrichtsinhalte und -organisation.⁸⁵

Gleichzeitig wird kaum eine Textgattung so gering geschätzt wie das Schulbuch. Obwohl – oder vielleicht gerade weil – ein wesentlicher Teil schulischer Bildung mit ihrer Hilfe gestaltet wird, gelten sie als langweilig, konservativ und deshalb für die Forschung uninteressant. Issitt (2004: 683 f.) spricht deshalb gar von einem „anti-textbook ethos“ innerhalb der Pädagogik. Der konservierende Charakter wird aber auch durch empirische Studien bestätigt, so im Rahmen einer Analyse von physikalischen Lehrwerken:

„Much of the formal language, notable in what we have termed the formalist text, has scarcely changed in 100 years. Modern texts may be visually more attractive but many definitions and stylised arguments (i.e. much of the language) remain unchanged.“ (Lynch & Strube 1983: 243)

Darüber hinaus leidet alle Schulbuchforschung unter einem substanziellen Quellenproblem: Ältere Schulbücher sind schwer zu finden, werden selten gesammelt und sind – sofern überhaupt vorhanden – meist in einem sehr schlechten, materiellen Zustand (Issitt 2004: 692 f.).⁸⁶ Zudem ist der Markt extrem unübersichtlich, da viele Verlage parallele Reihen anbieten, die in Deutschland darüber hinaus in verschiedenen, auf die Lehrpläne der einzelnen Bundesländer abgestimmten Ausgaben existieren. Diese werden meist in mehreren Auflagen zugleich genutzt, da die Schulen kaum den Austausch aller Leihexemplare und Klassensätze bei Neuauflagen finanzieren können (Staeck 1995: 281). Damit ergibt sich ein weiteres Forschungshindernis, denn weder kann eine bestimmte Lehrmediensituation in Schulen verallgemeinert, noch ein allgemeiner Lehrmittelkatalog angesetzt und der Forschung zuverlässig zugrunde gelegt werden.

Die gerade aus Perspektive der Wissenschaftskommunikationsforschung reizvollste Begründung für das geringe Forschungsinteresse argumentiert Issitt mit dem pädagogischen Publikumskonzept für den Umgang mit Schulbüchern. In diesem Modell, dass er mit „received knowledge, passive consumption“ zusammenfasst, ist die Rezeption von Lehrwerken von mehreren impliziten ‚politischen‘ Beziehungen geprägt:

⁸⁵Eine Übersicht über Zulassungspflichten für Lehrpläne und Schulbücher für verschiedene Nationen findet sich in Beaton et al. (1996: 17 f.), zum Zulassungsverfahren vgl. Wendt (2007).

⁸⁶Lobenswerte Ausnahmen sind das Georg-Eckert-Institut für internationale Schulbuchforschung (2012) in Braunschweig, dass über eine umfangreiche Schulbuchsammlung – allerdings fast ausschließlich für die Fächer Geschichte, Sozialkunde und Geographie – verfügt und die Bibliothek für Bildungsgeschichtliche Forschung des Deutschen Institut für Internationale Pädagogische Forschung (2012) in Berlin.

- „• the text and the learner are positioned such that the learner has a subordinate epistemological status;
- what counts as knowledge is clearly circumscribed by the text and, by default, alternative claims on the same knowledge arena or alternative lines of exploration are cast as irrelevant;
- the purpose of reading the text is end-directed towards an exam or outcome reflecting a goal-carrying social value.“ (Issitt 2004: 689)

Diese Verhältnisse werden von der pädagogischen Schulbuchforschung negativ aufgelöst, die Werke geraten so in der Forschungsperspektive zu „intellectual dead ends“ (ebd.: 690) und erscheinen daher wenig reizvoll.

Eine pädagogische Perspektive auf Lehrwerke wie sie Issitt beschreibt, spiegelt also die in Kapitel 3.1.1 dargestellte, häufig anzutreffende Haltung innerhalb der Wissenschaftskommunikation wider: Es wird ein ‚Ist-Zustand‘ nach dem „deficit model“ beschrieben und gleichzeitig als unangemessene, vereinfachende und das Publikum in eine rein passive Rolle drängende Kommunikationsform problematisiert. Kommunikation mit Hilfe von Schulbüchern ist daher aus Forschungsperspektive per se schlechte Kommunikation, da sie den Text und nicht die EmpfängerInnen der Botschaft – die Schüler und Schülerinnen – ins Zentrum rückt.

Gleichzeitig lässt aber auch der Text selbst keine „sender“ bzw. AutorInnen mehr erkennen. Nach Johnsen (2001: chapter4.html) stellt das Lehrbuch daher eine „impersonal authority“ dar, für Issitt (2004: 688) ist die Unsichtbarkeit des Autors bzw. der Autorin gar die Bedingung dafür, dass ein Schulbuch „fits the genre“. Da niemand *durch* das Werk spricht, kann auch kein Diskurs über das Gesagte stattfinden, der Text ist „above criticism“. So gesehen, konstruieren Lehrkräfte und damit die Bildungssysteme Autorität aus dem Text heraus, statt mit seiner Hilfe (Johnsen 2001: chapter4.html). Schulbücher erscheinen der Forschung als „[...] merely derivative and not original contributions of scholarship [...]“. Sie werden in Teamarbeit eher „designed and constructed‘ (rather than ‚written‘)“ (Boostrom 2001: 230), was für die pädagogische Forschung die Frage aufwirft, wen sie mit kritischen Auseinandersetzungen überhaupt adressieren würde. Gleichzeitig existieren keine Frameworks für Design und Produktion von Schulbüchern, die man solchen Analysen zugrunde legen könnte.

Die Unsichtbarkeit der Autoren und Autorinnen hat demzufolge zwei wesentliche Ursachen: einerseits die aus den pädagogischen Aufgaben des Textes resultierende Rhetorik,

die die AutorInnen gezielt verbirgt, andererseits den ‚Konstruktionscharakter‘ von Schulbüchern. Was allerdings bedeutet es, wenn im Zusammenhang mit Schulbüchern von ‚Design‘ oder ‚Konstruktion‘ die Rede ist?

In der Literatur findet man nur wenig Informationen über die Entstehung und Rezeption von Schulbüchern.⁸⁷ Der Duden-Verlag etwa gibt für seine Schulbuchproduktion folgende Rahmenbedingungen an:

- die verlagsseitigen Qualitätsanforderungen;
- die Kultusministerien und ihre Zulassungsverfahren;
- Lehrpläne, Stundentafeln und Prüfungsanforderungen;
- die Angebote anderer Verlage; die Aktualität der Inhalte;
- die finanziellen und technischen Rahmenbedingungen;
- eine zeitgemäße didaktisch-methodische Umsetzung und nicht zuletzt
- die Anforderungen der Praxis (LehrerInnen, SchülerInnen, Eltern) (Duden o. J.: 3).

Es müssen also die Interessen sehr unterschiedlicher Gruppen in Einklang gebracht werden – eine kaum zu bewältigende Anforderung. Diese Gruppen sind im Einzelnen der Verlag mit seinem (vorrangig) kommerziellen Interesse, Autoren und Autorinnen mit unterschiedlichem Background (LehrerInnen, FachwissenschaftlerInnen und DidaktikerInnen), die Kultusministerien, welche Lehrpläne als Grundlage für die Erstellung von Schulbüchern herausgeben und in vielen Bundesländern über die Zulassung entscheiden, die Lehrkräfte und SchülerInnen als Nutzergruppen und nicht zuletzt die Eltern, die in den meisten Fällen die Bücher bezahlen bzw. an Auswahlmechanismen (Schulkonferenzen) teilhaben (vgl. auch o. A. 2007: 79 f.).

Auch der Entstehungsprozess des Werkes selbst ist deutlich komplexer als bei anderen Publikationsformen: Nach einer Kosten-Nutzen-Analyse und einer Analyse von Lehrplänen und Konkurrenzwerken wird bei positiver Beurteilung von den RedakteurInnen gemeinsam mit HerausgeberInnen und angeworbenen AutorInnen eine Konzeption erstellt, die schon in dieser frühen Planungsphase inhaltliche, didaktisch-methodische,

⁸⁷Da es praktisch keine wissenschaftliche Literatur zur Produktion von Schulbüchern – insbesondere für das Fach Biologie – gibt, wurde auf eine Selbstdarstellung des Duden-Verlages (Duden o. J.), eine Selbstdarstellung des Branchenvereines Institut für Bildungsmedien e.V. (1997/98), die Produktionsgeschichte von Deutsch-Schulbüchern (Sekundarstufe I) aus Autorensicht (Menzel 2007) und die Produktion von Büchern für das Fach Geschichte (Opfer 2007; Schönemann & Thünemann 2010: 99 ff.) zurückgegriffen. Diese Darstellungen des Entstehungsprozesses unterscheiden sich nur in Details voneinander und von einer Schilderung für amerikanische Biologie-Schulbücher (vgl. Young 1990).

strukturelle und formale (Umfang, Format, Bindung, Abbildungsqualität) Aspekte abdeckt. Es folgen Beratungen und die Erstellung der Teilmanuskripte, die häufig auch an ‚Testschulen‘ probeweise eingesetzt werden. Hierbei kommt ein weiterer Aspekt des Konstruktionscharakters solcher Lehrwerke zum Tragen, wie ein Chemiedidaktiker und Schulbuchautor im Interview preisgibt:

„Man könnte mal sagen: Aus zehn alten Büchern wird ein neues geschrieben. Das ist zwar jetzt etwas übertrieben, weil immer das eigene natürlich dabei ist. Aber so richtig die Idee, wie die mir gekommen ist, das kann ich jetzt nicht mehr nachvollziehen.“ (Rosbach 2008)⁸⁸

Redaktionelle Bearbeitung und Korrekturen im Anschluss führen teilweise zu extremen Überarbeitungen, etwa wenn Seitenvorgaben nicht eingehalten werden oder Bildrechte nicht verfügbar sind. Dabei haben HerausgeberInnen und RedakteurInnen einen großen Einfluss auf den fertigen Text – was zur Unsichtbarkeit der AutorInnen beiträgt (Johnsen 2001: chapter5.html).

Nach der eventuell notwendigen Begutachtung und Zulassung durch die Kultusministerien erfolgen Endkorrektur, Druck und Bindung. In dieser Phase setzt auch das Marketing ein, etwa über Messen, Ausstellungen, Fortbildungen oder Berater, die gezielt Schulen aufsuchen und dort die Werke vorstellen. Von der ersten Idee bis zum fertigen Produkt vergehen so durchschnittlich ein bis zwei, bis die SchülerInnen das Werk im Unterricht nutzen können, mindestens drei bis vier Jahre.⁸⁹

Die große Zeitspanne zwischen Manuskripterstellung und Unterrichtseinsatz erschwert es, mit inhaltlichen Veränderungen und der enormen Dynamik bestimmter Forschungsfelder (z. B. Evolutionsbiologie, Molekularbiologie) Schritt zu halten. Der Umgang mit aktuellen Forschungsergebnissen ist daher schwierig, da dieses Wissen schnell veraltet bzw. zum Zeitpunkt der Manuskripterstellung noch nicht vorhanden ist. Schulbücher wirken daher neuen Erkenntnissen gegenüber träge und konservativ.⁹⁰ Da es praktisch keine

⁸⁸In den Materialien zu „Netzwerk Biologie“ aus dem Schrödel-Verlag (vgl. Anhang A) beispielsweise wird im Impressum darauf hingewiesen, dass das Werk teilweise eine Bearbeitung anderer Materialien aus dem Verlag darstellt.

⁸⁹Dann gelangt das Werk als eine von ca. 5.000 jährlichen Neuerscheinungen (45.000 gesamt) auf einen Markt, auf dem etwa 85 Verlage mit 3.000 festen und über 30.000 freien Mitarbeitern im Jahre 2008 einen Umsatz von insgesamt 446 Millionen Euro verzeichneten (Schulbuchportal 2009).

⁹⁰Gaster (1990: 443 ff.) etwa spricht davon, dass amerikanische college-Lehrbücher teilweise auf einen bis zu 20 Jahre älteren Forschungsstand verweisen. So wird die Verbindung zwischen klassischer und molekularer Genetik im Lehrbuchtext erst Anfang der 1970er Jahre etabliert.

Rezeptionsanalysen zu Schulbüchern gibt, ist nicht nur der pädagogischen Forschung, sondern auch den Verlagen über ihren Einsatz in Schulen recht wenig bekannt. Während des Entstehungsprozesses beschränkt sich das Feedback auf Aussagen von Lehrkräften an den ‚Testschulen‘, nach der Auslieferung werden kritische Kommentare rein informell vermittelt, etwa über Briefe von Lehrerinnen und Lehrern an die Verlage oder in Gesprächen mit den SchulberaterInnen (Menzel 2007: 50 f.). Die Kriterien für Annahme und Ablehnung neuer Werke in den Schulen bleiben daher unklar. Allerdings spricht Jürgens (2007: 51) zufolge der Markterfolg bestimmter Werke für eine gewisse Grunderwartung, die sich auf äußere Merkmale der Schulbücher bezieht: Aufbau und Übersichtlichkeit, Abbildungsqualität, Aufgaben und Übungen im Text, begleitende Zusatzmaterialien für SchülerInnen (etwa Arbeitshefte) sowie LehrerInnenmaterialien (Lösungshefte, Arbeitsblattsammlungen). Ähnliche Punkte führt auch der allgemeine Kriterienkatalog für die Schulbuchevaluation von Mikk (2000: 20 ff.) an, legt aber zusätzlich Wert auf die inhaltliche Qualität und die Lesbarkeit. Einer Umfrage unter angehenden Lehrern und Lehrerinnen zufolge stehen für diese jedoch tatsächlich äußere Merkmale im Vordergrund: visuell ansprechende Werke gelten als ‚gut‘, Textlastigkeit und geringe Abbildungsanzahl hingegen werten ein Schulbuch ab (Ford 2004: 142, auch o. A. 2007).

Standardwerke der Biologiedidaktik (Berck 2005; Graf 2004; Gropengießer & Kattmann 2006; Killermann, Hiering & Starosta 2005; Staeck 1995) führen viele der genannten Merkmale auf, geben aber auch spezifischere Hinweise. So haben Biologielehrerinnen und -lehrer Schulbücher etwa auf deren ideologische Position hin zu prüfen, was hier explizit gesellschaftlich und politisch zu verstehen ist (Gropengießer & Kattmann 2008: 373; Berck 2005: 137).⁹¹ Staeck (1995: 281 ff.) nennt darüber hinaus acht „Bausteine für zeitgemäße biologische Schulbuchkapitel sowie für schülerInnenbezogene Unterrichtseinheiten“, darunter Umweltbezüge, Gesundheitsaspekte, Diskussionsgrundlagen und interessanter Weise auch „Aus der Geschichte“ (der Biologie). Damit ist bei Staeck die Auseinandersetzung mit Wissenschaftsgeschichten ein Merkmal guter Schulbücher und es spielen Elemente der „nature of science“-Pädagogik in der fachdidaktischen Bewertung von Schulbüchern eine gewisse Rolle.⁹²

⁹¹Hinzu kommt ein dort nicht thematisiertes Problem, nämlich die weltanschauliche Frage, welche insbesondere das kreationistische und im Titel als „Lehrbuch“ bezeichnete Werk „Evolution. Ein kritisches Lehrbuch“ von Junker & Scherer (2006) aufwirft. Dieses ist allerdings nicht als Schulbuch zugelassen.

⁹²Wie in Kapitel 3.2.2 gezeigt wurde, ist allerdings das Verhältnis der Naturwissenschaftsdidaktiken zu Wissenschaftsverständnissen aufgrund der Ausbildungsdefizite im NOS-Bereich hochproblematisch.

5.1.2 Das Schulbuch als (,populärer‘) naturwissenschaftlicher Text

Das naturwissenschaftliche Schulbuch ist nicht nur ein pädagogischer, sondern auch ein (,populärer‘)⁹³ naturwissenschaftlicher Text. Er richtet sich an ein Publikum ohne naturwissenschaftliche Ausbildung und kommuniziert diesem Wissen *aus* Wissenschaft und *über* Wissenschaft, ohne dass die persönliche Teilhabe der Adressaten und Adressatinnen am Wissenschaftsbetrieb vorausgesetzt wird. Als Text mit dieser ,popularisierenden‘ Aufgabe zeichnet sich das Schulbuch durch besondere textuelle Merkmale aus, mit denen sich seit etwa Mitte der 1980er Jahre die Rhetorikforschung und damit ein Zweig der Literaturwissenschaften verstärkt auseinandersetzt.⁹⁴ Die Hauptaufgabe sieht dieser Forschungszweig und insbesondere das Feld der „discourse studies“ dabei in einer Analyse der (textuellen) Rekontextualisierung wissenschaftlichen Wissens für verschiedene Zwecke und Publika (Calsamiglia 2003: 142 f.). Die Vorteile eines solchen Zuganges beschreibt Greg Myers in seiner Studie „Writing Biology. Texts in the Social Construction of Scientific Knowledge“ folgendermaßen:

„[...] my reading of scientific texts is not like the normal reading processes of the scientific writers, referees, or readers themselves. But the strangeness of my position, as a literary reader of scientific texts, allows me to bring out features that otherwise pass unnoticed.“ (Myers 1990: 6)

Die Analyse wissenschaftlicher Repräsentationen als *Text* lenkt die Aufmerksamkeit auf implizite Textstrategien und unbewusste Praktiken. Im Vordergrund steht dabei weniger, *was* der Text aussagt, als vielmehr, *wie* er seine Ziele erreicht. Was genau sind nun die von Myers im Zitat angesprochenen „features“?

In seinem Aufsatz „Making a discovery. Narratives of split genes“ setzt Myers sich dezidiert mit unterschiedlichsten Formen naturwissenschaftlicher Popularisierungen – vom review article bis zum Zeitungsbericht – auseinander. In diesen Textgattungen werden naturwissenschaftliche Arbeitsprozesse und Methoden nicht dargestellt, sie scheinen deshalb eine „personal and historic encounter of researcher and waiting object“ (Myers 1994: 104) zu beschreiben. Zudem sind die menschlichen Akteurinnen und Akteure im Text keine realen, sondern idealisierte, die gleichzeitig für die Darstellung eines Sachverhaltes

⁹³Vgl. Fußnote 2 auf S. 11 der vorliegenden Arbeit.

⁹⁴Vgl. einführend Myers (2003). Als Klassiker in diesem Bereich gelten Fahnestocks (1998) zuerst 1986 erschienener Aufsatz „Accommodating science. The rhetorical life of scientific facts“; Bazerman (1988); McRae (1993) und Selzer (1993). Einen Überblick über klassische Ansätze des Feldes gibt Harris (1997).

gar keine Rolle spielen. Sie werden im Text zwar konstruiert, am Ende bleiben aber nur die Naturdinge, an denen geforscht und die herausgefunden wurden (Myers 1994: 106 ff.). Dies betrifft nicht nur die AutorInnen der Originalbeiträge, sondern auch jene entsprechender populärwissenschaftlicher Arbeiten. Auch deren Texte repräsentieren naturwissenschaftliche Erkenntnisse über die Welt und müssen dafür ihre literarische Natur verleugnen – Jurdant (1993: 169) bezeichnet dies als „reality effect“. Wie im Falle von Lehrwerken sind die Autorinnen und Autoren und damit auch ihre Intention bzw. Motivation einer bloßen Lektüre weitestgehend unzugänglich und müssen in der Analyse erst wieder sichtbar gemacht werden.

Dieses Verstecken der Akteure und Akteurinnen wird schon in der naturwissenschaftlichen Ausbildung angelegt. Der Nobelpreisträger für Physiologie und Medizin Peter Brian Medawar (1964) hat in seinem vieldiskutierten Aufsatz „Is the scientific paper a fraud?“ auf die Ausblendung realer Experimentalprozesse im Aufsatz hingewiesen, der ein induktives Vorgehen behauptet, das in dieser Form nie existierte. Es handelt sich um eine „exemplary narrative“, aus der alle personellen und historischen Elemente entfernt wurden (Myers 1994: 104). In einer Untersuchung der Textpraktiken in einem Kurs zum wissenschaftlichen Schreiben (von Laborprotokollen) konnte Stockton (1994: 83 ff.) zudem zeigen, dass dabei die Schreibenden gezielt aus dem Text getilgt werden und dieses Vorgehen zu den Lerninhalten gehört. Gleichzeitig werden Passivkonstruktionen, idealisierende, den tatsächlichen Versuchsergebnissen nicht entsprechende Narrationen und Verallgemeinerungen der Experimente positiv sanktioniert – und damit der berühmte, knappe und unpersönliche („kein ich!“-) Sachstil.

Diese entmenslichte, „uninterrupted and non-reflexive narrative“ (ebd.: 89) unabhängiger, vergangener Ereignisse wird aber nochmals transformiert: „By the results section of a scientific paper, nature stops moving and begins talking; the events flow into their articulation.“ (ebd.: 91) Es ist damit im Text also eigentlich die Natur, die in Versuchsbeschreibung und Ergebnissection sich selbst präsentiert, menschliches Handeln spielt dafür keine Rolle. Myers unterscheidet in ähnlicher Weise zwei Darstellungsstrategien in solchen Texten:

- eine „narrative of science“, mit welcher der Text sich in die scientific community einbettet und etwa inhaltliche, programmatische und konzeptionelle Anknüpfungspunkte aufweist – üblicherweise in den Abschnitten der Einleitung und des Forschungsstandes –, und

- eine „narrative of nature“, in welcher der Versuch eine Art direktes Gespräch mit der Natur darstellt, deren Antworten bloß aufgezeichnet werden – der Material/Methoden- und Ergebnissektion (Myers 1990: 189 ff.).

Popularisierung verläuft von dieser Darstellungsweise weg in eine spezifische Richtung:

- „1 The research reports order a sequence of actions.
- 2 The news articles transform this sequence into an event.
- 3 The reviews insert this discovery event into other narratives.
- 4 The textbooks remove these narratives, leaving the discovery fixed in the spatial, atemporal array of the ordered presentation of information.“ (Myers 1994: 115)

Diesem Prozess liegt eine Beschreibungsform zugrunde, die vielleicht nicht den realen Versuchen entspricht, dafür aber die Rekonstruktion der damit gestützten Argumente in den Vordergrund rückt. Im Lehrwerk allerdings wird diese Strukturierung durch die systematische Präsentation von Naturwahrheiten abgelöst. Es ist damit ein per se nichtnarratives, in besonderer Weise Kohärenz erzeugendes Medium.

Das Lehrwerk als Endpunkt einer bestimmten rhetorischen Entwicklung weist daher viele der oben genannten Merkmale wissenschaftlicher Texte in besonders intensiver Ausprägung auf. Es ist endproduktorientiert, d.h. es konzentriert sich auf die *Ergebnisse* von Forschung. Es verzichtet auf Modalitäten, weil die Welt genau so *ist*, wie sie von ihm beschrieben wird und nicht ‚vielleicht‘ so sein ‚könnte‘. Wissen über die Natur und die Natur als solche werden damit gleichgesetzt. Die wissenschaftliche Gemeinschaft wird dabei ausgeblendet: Forschung besteht im Text aus individuellen Leistungen und wird nach einer bestimmten Methode durchgeführt, meist der schon weiter vorn (vgl. Kap. 3.2.1) als mythisch ausgewiesenen „hypothetisch-deduktiven“ (Knain 2001: 323).

Trotz dieser Standardisierung und den damit verbundenen Strategien der Stabilisierung werden Lehrwerke für die Forschung aber nicht uninteressant und belanglos. Das genaue Gegenteil ist der Fall: als bedeutende Sonderform naturwissenschaftlicher (Aus-)Bildung erlauben sie nicht nur Aussagen über die gesellschaftliche Rezeption von Wissenschaft, sondern auch über naturwissenschaftliche Selbstverständnisse:

„[I]f we are interested in the social construction of science rather than in individual credit, we need to look at some of the other, later textual forms,

such as reviews, news articles, textbooks and popularizations.“ (Myers 1991: 69)

Denn nur in solchen Textgattungen werden bestimmte Merkmale naturwissenschaftlicher Tätigkeit sichtbar, die einen wesentlichen Einfluss auf gesellschaftliche Diskurse über Naturwissenschaft ausüben:

„The active and publicly-visible boundary work which scientists and their supporters undertake in non-controversial situations helps provide a background of cultural assumptions and expectations of science against which controversies and other individual episodes in the public negotiation of science are played out.“ (Mellor 2003: 520, vgl. auch Hilgartner 2000: 19 f.)

Naturwissenschaftliche Texte, dies ist deutlich geworden, leisten damit sehr viel mehr, als bloß Inhalte auf eine bestimmte Art zu transportieren. Sie konstruieren über Mittel wie die „narrative of nature“ und die Verdeckung der AutorInnen ein spezifisches Wissenschaftsbild, ohne dies in irgend einer Weise explizit zu machen. Erst in der Außenperspektive werden so Merkmale sichtbar, die Wissenschaftsverständnisse prägen und damit wesentlichen Einfluss auf den gesellschaftlichen Umgang mit Wissenschaft haben. Bedeutung, dass zeigen die diskutierten Textmerkmale deutlich, haben nicht nur explizite Bezugnahmen etwa auf „nature of science“ oder Wissenschaftsgeschichte sondern in großem Maße genrespezifische Textmerkmale, die sinnstiftend wirken, ohne an bestimmte Textinhalte gebunden zu sein.

5.2 Heuristik für die Analyse von Geschichte im Schulbuch

5.2.1 Frameworks

Vor dem Hintergrund des bisher entwickelten Forschungsstandes, der neben wissenschaftshistorischen und wissenschaftsdidaktischen Zugängen nun auch mediale Rahmenbedingungen einbezieht, sollen im Folgenden zwei inzwischen mehrfach eingesetzte Frameworks für die Analyse von historischen Darstellungen in Schulbüchern diskutiert werden. Dabei handelt es sich um Wangs (1998) „codebook“ zum Erkennen und Klassifizieren historischer „units“ und eine von Leite (2002) entwickelte Liste zur Erhebung didaktischer Merkmale von historischen Passagen. Im Abgleich mit dem Forschungsstand lässt sich

auf dieser Grundlage im Anschluss ein eigenständiger Analyserahmen für die vorliegende Studie formulieren.

Mit Hilfe von Wangs „codebook“, das auch in Narguizian (2002) zum Einsatz kam, wird sowohl die Häufigkeit historischer Darstellungen im Lehrwerktext als auch deren Qualität in Relation zu „nature of science“-Standarddokumenten analysiert (Wang 1998: 50). Wang (ebd.: 66) differenziert dazu drei NOS-Typen von historischen Wissenschaftsrepräsentationen: „conceptual units“, „procedural units“ und „contextual units“.⁹⁵

Bei Ersteren handelt es sich um Darstellungen, deren Schwerpunkt auf naturwissenschaftlichen Inhalten, also Konzepten und Ideen liegt. „Procedural units“ hingegen setzen sich vorrangig mit einem Forschungsprozess auseinander, während „contextual units“ psychologische, soziale und kulturelle Faktoren in den Blick nehmen. Diese Aufteilung entspricht jener der Vermittlungsinhalte innerhalb der „scientific literacy“ nach Miller (vgl. S. 41 der vorliegenden Arbeit).

Im „codebook“ (ebd.: 173) werden darüber hinaus explizite Definitionen für „HOS units“ formuliert. Wang untersucht nur bestimmte Textsorten, die im Vorfeld der Analyse mithilfe einer vollständigen Sichtung ausgewählter Werke festgelegt wurden:

„A coding unit is defined as:

A complete paragraph in the main text [...], or

A complete paragraph in a ‚boxing‘ section of the main text, or

An exercise or question in the main text, or

A footnote with complete sentence(s), or

A marginal note with complete sentence(s), or

A figure/table/chart with complete sentence(s).

*A coding unit is **not**:*

A chapter or section title or sub-title, or

A complete paragraph in the chapter review section, or

An answer to the exercise question in the main text, or

An exercise or question at the end of each chapter.“

⁹⁵Diese Begriffe gehen auf Klopfer (1969) zurück.

Diese Setzung wird über das bloße Auffinden solcher Formen in den ausgewählten Werken hinaus nicht näher begründet. Sie blendet kürzere Passagen innerhalb von Abschnitten ebenso wie mögliche lernpsychologische Effekte unterschiedlicher Gestaltungsformen aus – beispielsweise in Form von Überschriften, Zusammenfassungen, Abschlussfragen, aber auch langen und damit besonders auffälligen Passagen. Zudem werden die „HOS units“ nur nach inhaltlichen Schwerpunktsetzungen (biographisch/konzeptionell/begrifflich/instrumentell) differenziert,⁹⁶ obgleich sich schon formal – etwa zwischen einem „complete paragraph“ und einer „question in the main text“ – deutliche Unterschiede zeigen dürften.

Während Wang über die Differenzierung dreier NOS-Typen hinaus keine Kriterien für die Analyse historischer Darstellungen anbietet, wird von Leite (2002: 343)⁹⁷ vor allem die Didaktik in den Blick genommen. Für fünf portugiesische Physiklehrbücher erfasst sie mehrere Dutzend Items in sieben Dimensionen:

- „Type and organisation of the historical information [u. a. Biographie, Versuchsbeschreibung, Community...]
- Materials used [u. a. Portraits, Grafiken, Originalquellen...]
- Contexts to which the historical information is related [andere Disziplinen, Technologie, Gesellschaft, Politik, Religion]
- Status of the historical content [u. a. zentral oder ergänzend; für alle SchülerInnen oder ausgewählte...]
- Learning activities dealing with history of science [u. a. Aufgabenform, Anforderungen...]
- Internal consistency of the book [u. a. Anordnung der Kapitel oder einzelner Abschnitte nach historischen Gesichtspunkten...]
- Bibliography on the history of science“

⁹⁶Als „HOS unit“ codiert Wang auf Grundlage der Sichtung des amerikanischen Lehrbuchs „Project Physics“ (1970):

1. „A *UNIT* has the name(s) of scientist(s) and contains one or more of the following information [Lebensdaten, Ort, Portrait...],

2. A *UNIT* may not include scientist’s name but describes the development or the role of a notion or finding, interactions of two or more ideas, myth or challenge, dominated scientific ideas, or revolutionary thoughts, etc. in the history, [...]

3. A *UNIT* describes how a term was named, accepted, known or applied by the scientists or by the public, society, government, etc., [...]

4. A *UNIT* describes an historical experiment, instrument, or tool, such tool’s applications in the science development, or the role of this tool in the science history.“ (Wang 1998: 174 f.)

⁹⁷Ebenfalls eingesetzt wurde dieser Framework in Drakopoulou, Skordoulis & Halkia o. J.(a),(b).

Damit enthält die „checklist“ Kriterien, die sich mit dem Inhalt auseinandersetzen (1-3), die die Rolle der Darstellungen im Lehrbuch untersuchen (4, 5) bzw. die Organisation des Buches auf seine historische Fundierung befragen (6) sowie weiterführende Literatur erheben (7). Das Analyseraster ist ausgesprochen komplex und thematisiert viele aus pädagogischer Perspektive relevante Aspekte („nature of science“-Elemente, didaktische Aufbereitung, Funktion im Gesamtwerk). Es werden aber keine weiterführenden Angaben dazu gemacht, welche Grundlage diese Liste hat, was eine Verortung innerhalb der naturwissenschaftspädagogischen Forschung erschwert.⁹⁸

Zudem bleibt bei Leite unklar, auf welcher Grundlage sie historische Lehrbuchdarstellungen als solche erkannt hat. Bezeichnender Weise finden sich keine Angaben zur Gesamtzahl der Darstellungen in den fünf erhobenen Werken. Die Ergebnisse legen aber nahe, dass es nur wenige Dutzend pro Band gewesen sein können (Leite 2002: 349 ff.). Diese Zahl weist damit stark von denen der anderen Analysen ab, was auf eine unreflektierte Auswahl sehr auffälliger Passagen hinweisen könnte.

Die medialen Eigenschaften des naturwissenschaftlichen Lehrbuches, wie sie oben (vgl. Kap. 5.1) dargestellt wurden, finden in beiden Frameworks keine Berücksichtigung. Während bei Leite mit der Frage nach einer potentiellen historischen Organisation einzelner Teile des Lehrwerkes dieses als Gesamttext zumindest in sehr eingeschränktem Maße einbezogen wird, verzichtet Wang vollständig auf eine Bezugnahme auf das Werk als Organisationsstruktur für historische Passagen. Einziger regulierender Faktor der Analysen sind damit die in beiden Frameworks angelegten Bildungsstandarddokumente, deren NOS-Elemente dann auf ihre Berücksichtigung in den historischen Passagen hin geprüft werden – ohne diese selbst zu reflektieren. Doch nicht nur das Medium, sondern auch bisherige, insbesondere konzeptionelle Auseinandersetzungen mit Wissenschaftsgeschichte innerhalb der Naturwissenschaftsdidaktik und eben auch im akademischen Fach Wissenschaftsgeschichte bleiben undiskutiert.

Den komplexen, einleitend formulierten Fragen (vgl. S. 12 der vorliegenden Arbeit) ist deshalb mit einer statistischen Auswertung nach Wang oder Leite nicht beizukommen. Zwar erscheint es sinnvoll, die Darstellungen im Sample in ihrer Fülle, Zahl und Spezifik zu erheben, dieses quantitative Material kann aber nur die Grundlage für eine darüber hinausgehende Analyse sein, die im Folgenden entworfen wird.

⁹⁸ „The sub-dimensions come from the literature and also from our knowledge about how historical content is dealt with in the science textbooks.“ (Leite 2002: 343)

5.2.2 Fragestellungen

An wissenschaftshistorische Darstellungen als Ausdruck und Mittel eines Verständnisses naturwissenschaftlicher Forschungsprozesse lassen sich verschiedene, in den vorherigen Kapiteln dieser Arbeit aufgewiesene Zugänge ansetzen; entsprechend der Zielstellung dieser Studie sind sie nun in systematischer Weise als *Analyseschwerpunkte* zusammenzuführen. Dabei sollen die Spannungen zwischen den verschiedenen Perspektiven erhalten bleiben, weshalb der Forschungsstand auf diese Schwerpunkte hin restrukturiert werden soll. Ausgehend von den historischen Textabschnitten als empirischem Material werden aufeinander aufbauend die verschiedenen ‚Text-Kontexte‘ von Wissenschaftsgeschichte im Schulbuch aufgegriffen. Während die systematische Darstellung des Forschungsstandes von der akademischen Wissenschaftsgeschichte ausging, wird nun das empirische Material in den Vordergrund gestellt und der Forschungsstand auf dieser Basis in einzelne, komplexe Fragestellungen aufgelöst. Die Ausrichtung dieses Vorgehens wird von der ursprünglichen Zielstellung dieser Arbeit bestimmt, die in Kapitel 7 abschließend diskutiert wird: die Neubestimmung der Rolle von Wissenschaftsgeschichte als Gegenstand und Fach innerhalb der naturwissenschaftlichen Bildung (vgl. S. 11 der vorliegenden Arbeit).

- A) Welche formalen Merkmale zeichnen historische Passagen im Schulbuch aus? (Kap. 6.1)

Häufig werden in der Literatur historische Darstellungen in Schulbüchern ausgewertet, ohne eine Differenzierung unterschiedlicher Formen oder auch eine eindeutige Abgrenzung vom übrigen Text vorzunehmen. Eine Ausnahme ist sicherlich die Definition historischer „units“ in Wangs „codebook“, diese allerdings ist für den Zweck dieser Studie kaum hilfreich (vgl. Kap. 5.2.1). Es wird daher in einem ersten Schritt eine allgemeine, ausschließlich formale Aspekte berücksichtigende Beschreibung vorgenommen. Dazu sind – wie in der Studie Wangs – alle ausgewählten Lehrwerke Seite für Seite zu sichten um einen Überblick über vorhandene Formen zu gewinnen. Diese sind zu begründen und sowohl in ihren quantitativen Verhältnissen als auch auf von Wang nicht berücksichtigte Merkmale (Umfang und Position) hin zu analysieren.

Die so aufgewiesenen Eigenheiten stellen die Grundlage für die anschließende didaktische Analyse dar:

- B) Welche didaktischen Charakteristika weisen die Passagen auf? (Kap. 6.2)

Wissenschaftsgeschichte im Schulbuch ist keine akademische Geschichtsschreibung, sondern hat einen pädagogischen Impetus, der besondere Berücksichtigung finden muss. Andernfalls wären die Ergebnisse dieser Studie von nur geringer Reichweite. Solche didaktischen Momente stehen im Fokus der im letzten Teilkapitel erläuterten Analyse Leites, die Inhalt und Verknüpfung mit Aufgaben, die Verwendung von Zusatzmaterial und weiterführenden Hinweisen, die Rolle der Darstellungen (für gute/alle SchülerInnen; obligatorisch/fakultativ) und den Einfluss von Geschichte auf das gesamte Lehrwerk (Kapitelorganisation, Aufbau des Werkes) in den Blick nimmt.⁹⁹ Ein derartiger Überblick über die ‚didaktische Integration‘ der Darstellungen in das Schulbuch sollte aber auch die Funktion von Geschichte betrachten (vgl. Kap. 4.1.2). Deshalb ist nach der Rolle zu fragen, die der Biologiegeschichte innerhalb naturwissenschaftlicher Bildung formal zugeschrieben wird. Dafür sind die derzeit gültigen Lehrpläne in ihrem Verhältnis zur Geschichte im Schulbuch zu untersuchen. Mithilfe der genannten Faktoren können dann Besonderheiten des Umganges mit Geschichte im Schulbuch sichtbar gemacht werden – etwa die Häufigkeit bzw. Seltenheit eines historischen Gegenstandes im gesamten Sample, oder Gemeinsamkeiten bzw. Unterschiede zwischen Schulformen und -stufen.

Die historischen Abschnitte sind jedoch Teil eines komplexen Werkes – dem Schulbuch (vgl. Kap. 5.1.1) – was ebenfalls Berücksichtigung finden muss. Aufgrund ihres spezifischen Entstehungsprozesses folgen Schulbücher einer eigenen Produktionslogik – Verlage, deren Buchreihen und (didaktischen) Konzepte haben darin einen großen Stellenwert. Gesondert wird deshalb verlagsbezogen auf die Werke als ‚Ort‘ von Naturwissenschaftsgeschichte eingegangen.

C) Welches Verhältnis besteht zwischen Geschichte im Schulbuch und „nature of science“? (Kap. 6.3)

All diese schulbuch- und wissenschaftsdidaktischen Momente betonen Aspekte, die die vorangestellte formale Analyse verdeckt. Gleichzeitig rücken sie den historischen Charakter der Darstellungen in den Hintergrund, was sich pädagogisch argumentieren lässt: Aus wissenschaftsdidaktischer Perspektive liegt der Schwerpunkt historischer Auseinandersetzung in der Schule auf der Ausprägung und Weitergabe von Wissenschaftsverständnissen, was besondere Beachtung finden muss. Deshalb werden historische Schulbuchpassagen in ihrer NOS-Bedeutung untersucht, was in einem ersten Schritt nach dem Vorschlag Wangs

⁹⁹Für allgemeine pädagogische Spezifika von Schulbuchtexten vgl. Sujew (1986) und Bamberger et al. (1998).

(vgl. Kap. 5.2.1) geschieht. Die offensichtlichen Grenzen dieses Frameworks erfordern aber eine Erweiterung, um auch die *Inhalte* dieser Botschaften in den Blick nehmen zu können, was über den Abgleich mit einer NOS-Aussagenliste (vgl. S. 51 der vorliegenden Arbeit) geschieht. Für die Strukturierung des bisher in NOS-Perspektive undifferenzierter Materials wird dabei auf Cloughs Unterscheidung ‚impliziter‘ und ‚expliziter‘ „NOS instruction“ (vgl. S. 53 der vorliegenden Arbeit) zurückgegriffen.

- D) Welche Merkmale besitzt Wissenschaftsgeschichte in Biologieschulbüchern als spezifische Form der Vermittlung wissenschaftlicher Inhalte und wie sind diese pädagogisch zu kontextualisieren? (Kap. 6.4.1)

Nachdem die Analyse innerhalb der Fragen A) bis C) alle didaktisch relevanten Merkmale von Geschichte in Schulbüchern zum Vorschein gebracht hat, ist in einem ersten Interpretationsschritt daraus ein Modell für vorhandene historische Strukturen in Lehrwerken als *eigenständige* Form pädagogisch kontextualisierter Geschichtsrepräsentation zu entwickeln. Diese ist dann mit den in Kapitel 4.2 beschriebenen Konzepten zum Einsatz von Wissenschaftsgeschichte im Unterricht und in 4.3.2 aufgewiesenen Bewertungskriterien vorhandener Geschichtsdarstellungen abzugleichen. In wissenschaftsdidaktischen Analysen historischer Darstellungen wurde bisher die Gesamtheit des (Schulbuch-)Textes als zentrales Medium naturwissenschaftlicher Ausbildung vernachlässigt. Es wurde also die Gelegenheit verschenkt, die Merkmale und Funktionen von Geschichte im Schulbuch als Ausdruck von Genrespezifika zu begreifen und gegebenenfalls die Bewertung der historischen Textabschnitte an den Genremerkmalen zu korrigieren und zu verdichten. Dies soll über die Einbettung der Wissenschaftsgeschichte in die Schulbücher als Medium geleistet werden (vgl. Kap. 5.1.1).

Die so gewonnenen Aussagen sind nun auf die Fragestellungen des Faches Wissenschaftsgeschichte rückzuübertragen:

- E) Welche Interpretationsmöglichkeiten von Geschichte im Schulbuch bietet eine Analyse aus Perspektive der akademischen Wissenschaftsgeschichte? (Kap. 7.1)

Die Beziehungen zwischen dem Fach Wissenschaftsgeschichte als professionalisierte historische Auseinandersetzung mit Wissenschaft und der naturwissenschaftlichen (Aus-)Bildung wurden bisher erst in Ansätzen untersucht (vgl. Kap. 2.3.1). Auf Grundlage der Analyse A bis D wird daher die sich bietende Gelegenheit genutzt, die Potenziale des

Faches für die Auseinandersetzung mit wissenschaftspädagogischen Problemstellungen näher zu bestimmen. Als reflexive Kulturwissenschaft bietet die Wissenschaftsgeschichte einen erweiterten Zugang zu den Darstellungsmodi vergangener Wissenschaft, dies wurde in Kapitel 2.3.2 angedeutet. Damit bieten sich auch Anknüpfungspunkte für die wissenschaftshistorische Auseinandersetzung mit historischen Darstellungen als Ausdruck naturwissenschaftlicher (Aus-)Bildung bei Kuhn und Traweek (vgl. Kap. 2.3.3). Im Fokus stehen dabei implizite (Text)Praktiken, die der Konstruktion des Selbstverständnisses und Weltzuganges (Stichwort „Paradigma“) einer (Sub-)Disziplin dienen. Bevor dazu Aussagen getroffen werden, ist die vorhandene Geschichte im Schulbuch allerdings zuerst als Geschichtsrepräsentation aus wissenschaftshistorischer Perspektive zu beschreiben und zu bewerten. Damit können für die Wissenschaftspädagogik und die Naturwissenschaften selbst weitestgehend unsichtbare Textaspekte aufgezeigt werden, die sich für eine anschließende Bewertung von Wissenschaftsgeschichte in der Naturwissenschaftspädagogik fruchtbar machen lassen.

- F) Welche Konsequenzen ergeben sich daraus für die Bewertung von Wissenschaftsgeschichte als Gegenstand und Fach innerhalb der naturwissenschaftlichen Bildung in Gegenwart und Zukunft? (Kap. 7.2)

Zu fragen ist auf der Basis dieser wissenschaftshistorischen Interpretation nun danach, wie sich die gegenwärtig in Schulbüchern vorhandene Wissenschaftsgeschichte innerhalb der Bandbreite der Publikumsmodelle naturwissenschaftlicher Bildung positionieren lässt (vgl. Kap. 3.1). Damit ist nochmals und in anderer Weise als unter C das Verhältnis historischer Darstellungen gegenüber der „nature of science“ (vgl. Kap. 3.2) zu thematisieren („science in general“ vs. „science in particular“; Konsens vs. Alternative; vgl. insbes. Kap. 3.3). In Anlehnung an Michael (2002) (vgl. Kap. 3.3) ist dabei zu fragen, wie sich ‚Geschichten‘ naturwissenschaftlichen Inhalts im Unterricht aus den verschiedenen Perspektiven heraus charakterisieren lassen. Damit wird es möglich, die Rolle des Faches Wissenschaftsgeschichte für die naturwissenschaftliche (Aus-)Bildung auch über die Beschreibung und Erklärung konkreter historischer Textpassagen in Lehrwerken hinaus zu definieren – und den Bogen zurück zu den einleitenden Kapiteln dieser Arbeit zu spannen. Abschließend wird daher auf die vielfältigen Potenziale der Wissenschaftsgeschichte als Fach innerhalb der naturwissenschaftlichen Bildung und deren Auswirkungen eingegangen.

5.2.3 Auswahl der Schulbücher

Bevor mit der Analyse von Geschichte im Schulbuch auf Grundlage der zuvor formulierten Fragen begonnen werden kann, ist das Untersuchungsmaterial innerhalb des ausgesprochen unübersichtlichen Schulbuchmarktes in Deutschland festzulegen: Zahlreiche Verlage – die größeren unter ihnen sind Cornelsen, Duden, Klett, Schroedel und Westermann – produzieren meist mehrere parallele Reihen für die drei Schulformen Haupt- und Regelschule sowie Gymnasium. Diese müssen jeweils an die einzelnen Länderlehrpläne mehr oder weniger stark angepasst werden, was eine Vielzahl von Regionalausgaben nach sich zieht. Flankiert werden diese Schulbücher von zahllosen Zusatz- bzw. Spezialmaterialien (z.B. Bücher, Arbeitshefte, Folienvorlagen, DVDs). Ein Teil dieser Materialien richtet sich ausschließlich an die Lehrkraft. Für die SchülerInnenbände existieren teilweise komplementäre ‚LehrerInnenhandbücher‘, die weiterführende Informationen, Arbeitshinweise oder Aufgaben bzw. Versuchsbeschreibungen enthalten. Es ist weitestgehend unbekannt, wie all diese Medien und insbesondere die Schulbücher eingesetzt werden (vgl. Kap. 5.1.1). Meist verwenden Lehrerinnen und Lehrer außerdem sowohl für ihre Vorbereitung als auch im Unterricht mehrere Bücher gleichzeitig, je nach didaktischer Absicht und entsprechender Eignung der Werke. Von Schüler oder Schülerin gekaufte oder geliehene Bücher werden häufig parallel zu vorhandenen Klassensätzen über mehrere Auflagen und damit viele Jahre hinweg genutzt, weshalb keine generalisierenden Aussagen über einen realen und unterrichtlich eingesetzten Schulbuchbestand getroffen werden können.

Eine ganz eigene Problemlage ergibt sich daraus, dass gerade eine Neuentwicklung der Thüringer Lehrpläne und damit auch in der Biologie stattfindet. Inzwischen ist für die Klassenstufe 5/6 ein neuer Lehrplan in Erprobungsfassung für ein neues Fach („Mensch-Natur-Technik“) in Kraft (Thüringer Kultusministerium 2009a), in Klassenstufe 7/8 wurden ebenfalls neue Lehrpläne verabschiedet, was eine Anpassung der Lehrwerke erfordert (Thüringer Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur 2011b,c). Dieser Prozess ist noch nicht abgeschlossen und wird sich in den nächsten Jahren bis in die Sekundarstufe II fortsetzen (Stand Mai 2012).

All diese Unwägbarkeiten erlauben eine sehr pragmatische Auswahl: Da die Studie innerhalb der Arbeitsgruppe Biologiedidaktik in Jena und damit im Einzugsgebiet des Thüringer Schulgesetzes durchgeführt wird, werden nur *derzeit* in Thüringen zugelassene Lehrwerke (und zugehörigen Lehrpläne) analysiert. Die enorme Fülle von potentiell im Unterricht einsetzbaren Materialien kann keine Berücksichtigung finden, weshalb sich

die Untersuchung auf Werke für eine oder mehrere Klassenstufen, nicht aber thematisch orientierte (etwa speziell zu Evolutionsbiologie oder Ökologie) konzentriert. Da für die Klassenstufen 5 und 6 Wissenschaftsgeschichte aus didaktischer Perspektive noch keine Rolle spielt und auch in entsprechenden Lehrwerken in einer ersten Sichtung keine oder nur sehr wenige historische Bezüge nachgewiesen werden konnten, sind diese von der Analyse ausgeschlossen (Thüringer Kultusministerium 1999a,b, 2009a).¹⁰⁰ Es verbleiben Werke für die Sekundarstufe I (7-10) an Regelschule und Gymnasium sowie Sekundarstufe II (nur Gymnasium).¹⁰¹ Für diese Klassenstufen sollen alle in Thüringen zugelassenen Verlage berücksichtigt werden, um eine weitere Differenzierungsebene (Verlagskonzepte) ausweisen zu können: Die Verlage legen in der Sekundarstufe I teilweise mehrere Werke für die gleiche Zielgruppe auf, pro Verlag wird deshalb nur ein Werk je Klassenstufe und Schulform berücksichtigt.

Wendet man diese Kriterien auf die „Schulbuch-Zulassungsliste Thüringen“ für die Schuljahre 2010/2011 (Thüringer Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur 2010: 64 f., 104) an, so sind fünfzehn Schulbücher von vier Verlagen zu analysieren,¹⁰² die teilweise eine Zulassung für mehrere Bundesländer besitzen:¹⁰³

- aus dem Cornelsen-Verlag jeweils zwei Bände der Werke für Gymnasium und Regelschule (Sekundarstufe I) sowie der „Gesamtband Biologie“ für die Sekundarstufe II
- aus dem Duden-Verlag jeweils ein einbändiges Werk für die Sekundarstufen I und II. Das Sekundarstufe I-Werk ist als einziges im Sample für beide Schulformen zugelassen
- aus dem Klett-Verlag ebenfalls ein jeweils einbändiges Werk für die beiden gymnasialen Sekundarstufen aus der „Natura“-Reihe

¹⁰⁰Weder die alten Thüringer Lehrpläne für Biologie noch die neuen Lehrpläne für „Mensch – Natur – Technik (MNT)“ sehen historische Themen für die 5. und 6. Klasse vor.

¹⁰¹In Thüringen existieren keine Hauptschulen, der Hauptschulabschluss wird an der Regelschule in Klassenstufe 9 erworben.

¹⁰²Inzwischen (Stand Mai 2012) ist eine neue Zulassungsliste veröffentlicht, die Änderungen sind jedoch gering: In der Sekundarstufe zwei würde ein Schulbuch aus dem Westermann-Verlag hinzukommen, „Linder“ aus dem Schrödel-Verlag ist nun in einer neuen Auflage zugelassen (Thüringer Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur 2011a).

¹⁰³Beispielsweise ist „Biologie heute entdecken SII“ von Schroedel in jedem Bundesland außer Sachsen zugelassen (Schroedel-Verlag 2011), „Natura Biologie für Gymnasien“ aus dem Klett-Verlag in Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt und Thüringen (Klett-Verlag 2011), „Biologie Plus“ von Cornelsen existiert in einer Ausgabe speziell für Thüringen, unter gleichem Titel aber auch für Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen (Cornelsen-Verlag 2012).

- aus dem Schrödel-Verlag jeweils zwei Bände der Werke „Erlebnis“ und „Netzwerk“ für Regelschule und Gymnasium (Sekundarstufe I) sowie die beiden Lehrwerke „Linder“ und „Biologie heute entdecken“ für die Sekundarstufe II.¹⁰⁴

Dieses Sample wurde um alle Materialien ergänzt, die den Verlagsprogrammen zufolge in einem direkten Bezug zum Schulbuch stehen (LehrerInnenhandbücher, Arbeits- und Lösungshefte).¹⁰⁵ Es handelt sich um insgesamt 31 Publikationen sehr unterschiedlichen Umfangs – zwischen 19 und 584 Seiten. Diese werden nicht in der Tiefe analysiert, sondern sollen in Kapitel 6.2.4 dazu dienen, die Rolle von Geschichte für Schulbuch-Gesamtkonzepte näher zu bestimmen.

Eine bibliographisch vollständige Liste der verwendeten Werke nebst der im Folgenden eingesetzten Kurztitel findet sich in Anhang A.

5.3 Zusammenfassung

Aus pädagogischer Perspektive (vgl. Kap. 5.1.1) ist das Schulbuch ein extrem bedeutsames, stark reguliertes und gleichzeitig meist gering geschätztes und in seiner Produktion und Rezeption kaum untersuchtes Medium. Trotz und gerade wegen dieser besonderen Bedingungen sind diese Werke ein ausgesprochen interessanter Forschungsgegenstand, da sie die zentralen Merkmale naturwissenschaftlicher Literatur und pädagogischer Repräsentationen von Naturwissenschaft gleichermaßen in sich tragen. Damit erlaubt das Schulbuch als Objekt einer Analyse einerseits Aussagen über die Rezeption von Wissenschaft in der Öffentlichkeit, andererseits aber auch über die (naturwissenschaftlichen) Herkunftskontexte der zugrundeliegenden Repräsentationen. Naturwissenschaftliche Schulbücher sind eben immer auch ‚populäre‘ naturwissenschaftliche Texte (vgl. Kap. 5.1.2). Kleinsten gemeinsamer Nenner dieser beiden Felder ist ein Verständnis des Schulbuches als Text, womit Aufmerksamkeit auf die spezifische Rhetorik solcher Werke gelenkt wird. Als pädagogische Texte verleugnen sie ihre Entstehung und AutorInnen, ihre Inhalte sind daher unhintergebar. Als ‚populäre‘ naturwissenschaftliche Texte hingegen verschleiern sie die Entstehungsbedingungen dieser Inhalte. Diese ‚doppelte Unterdrückung‘ von Geschicht-

¹⁰⁴ Als einziger derzeit in Thüringen zugelassener Verlag hat Schrödel zwei Werke für Sekundarstufe II im Angebot. Dies erlaubt einen verlagsinternen Vergleich, weshalb beide Werke untersucht werden.

¹⁰⁵ Nicht erfasst sind daher Materialien gleichen Namens, die auch unabhängig vom SchülerInnenband verwendet werden können, so die Arbeitshefte zur „Biologie heute SII“-Reihe, vgl. Schroedel-Verlag (2009: 19).

lichkeit muss in einer Analyse ebenso berücksichtigt werden, wie der komplexe, von vielen institutionellen Faktoren abhängige Entwicklungsprozess einzelner Werke.

Wie im Anschluss gezeigt wurde (vgl. Kap. 5.2.1) spielen diese Faktoren in bisherigen systematischen Analysen von Geschichte im Schulbuch keine nennenswerte Rolle. Dies gilt überhaupt für alle Faktoren, die über allgemeindidaktische Charakteristika und Standards – insbesondere im Bereich der „nature of science“ hinausgehen. In Anbetracht des zuvor entwickelten Forschungsstandes (vgl. die Kap. 2, 3 und 4) kratzen diese Analysen daher nur an der Oberfläche möglicher Perspektiven auf Geschichte im Schulbuch. Die in Kapitel 5.2.1 vorgestellten Frameworks dienen hier daher als Ausgangspunkt für die Entwicklung eines komplexen Fragenkataloges, der nicht nur einige allgemeindidaktische und NOS-Aspekte in den Blick nimmt (vgl. Kap. 5.2.2). Ausgehend vom empirisch vorzufindenden Material deckt dieser Fragenkatalog ein sehr breites Spektrum möglicher Ansatzpunkte ab, folgt dabei aber der hier entwickelten Systematik. Grundlage dafür ist die einleitend formulierte Zielstellung einer näheren Bestimmung der Rolle von Wissenschaftsgeschichte als Gegenstand und Fach (vgl. S. 11 der vorliegenden Arbeit). Ihr soll sich anhand einer Auswahl von in Thüringen zugelassenen Schulbüchern und ihren Begleitmaterialien angenähert werden.

Im folgenden Kapitel wird nach einer detaillierten Auswertung in formaler und didaktischer Hinsicht gesondert auf die „nature of science“ eingegangen, um dieses Material anschließend zu einer neuartigen Beschreibung der Wissenschaftsgeschichte im Schulbuch zusammenzuführen. Diese Beschreibung ist dann in Kapitel 7 Ausgangspunkt für die Diskussion des zugrundeliegenden Geschichtsverständnisses und seiner Herkunft. Abschließend werden die Wechselwirkungen zwischen Geschichte im Schulbuch, pädagogischer und akademischer Wissenschaftsgeschichte in Gegenwart und (möglicher) Zukunft thematisiert.

6 Analyse der Geschichte im Schulbuch

Während bisherige Studien zu Geschichte im naturwissenschaftlichen Lehrwerk immer nur eine bestimmte und selten begründete Auswahl historischer Darstellungen in den Blick nahmen, versucht diese Studie (vgl. Kap. 5.2.2), das gesamte Spektrum von Wissenschaftsgeschichte im Schulbuch zu erfassen. Ein erster Schritt muss deshalb darin bestehen, die *Merkmale* der Geschichte im Schulbuch zu beschreiben. Im Anschluss wird im Rahmen einer didaktischen Analyse die Aufmerksamkeit auf die *Rolle* von Geschichte im Schulbuch gelenkt. Es wurde hier (vgl. Kap. 4.1.2) schon ausgeführt, dass die naturwissenschaftsdidaktisch wertvollste Funktion von Geschichte ihre Vermittlung von Wissenschaftsverständnissen ist, was deshalb im Anschluss gesondert diskutiert wird. Abschließend ist ein allgemeines Beschreibungsmodell für Geschichte im Schulbuch zu entwickeln, dass der aufgewiesenen Merkmalsvielfalt gerecht wird.

Hinweis: Im gesamten Kapitel werden der besseren Lesbarkeit halber Kurztitel für die untersuchten Schulbücher genutzt. Diese Kurztitel nebst bibliographischen Angaben finden sich in Anhang A.¹⁰⁶ Für einen Einblick in modernes Schulbuchlayout und zum Verständnis der Beispiele im Kapitel vgl. die teilweise vorhandenen Online-Angebote der Verlage (z. B. Duden 2012; Schroedel-Verlag 2012).¹⁰⁷

6.1 Die Form der Geschichte im Schulbuch

6.1.1 Verweis-, Typologie‘

Entsprechend ihrer zentralen Aufgabe einer systematischen Darstellung biologischer Inhalte spiegeln Schulbücher eine „narrative of nature“ wider. Didaktisch aufbereitet wird Naturwissen dargeboten, ohne dessen aktuellen oder historischen Forschungskontext aufzuzeigen. Damit unterscheidet sich ein Schulbuchtext in auffälliger Weise vom ‚paper‘ als

¹⁰⁶Zum Zwecke der Übersichtlichkeit sind in diesem Kapitel auch kürzere Belegstellen eingerückt, da es sich immer um Quellenmaterial und nicht Sekundärliteratur handelt.

¹⁰⁷Leider blieben mehrmalige Anfragen an Duden Paetec per Mail und Telefon zu einer Nachdruckgenehmigung für Einzelseiten aus Duden SII, welches die meisten Formen historischer Verweise abdeckt, unbeantwortet.

paradigmatischer und von Verweisen auf frühere Forschungen durchsetzter Textform (vgl. dazu jüngst Creath 2010). Trotz der im Schulbuch fehlenden Referenzierung sind alle darin genannten Erkenntnisse das Ergebnis historischer wissenschaftlicher Forschungsprozesse. Solche Prozesse geschahen in der Vergangenheit – andernfalls könnten Methoden und Ergebnisse nicht Teil eines Lehrtextes sein. Dieser ‚singuläre‘ Charakter spielt allerdings für die „narrative of nature“ keine Rolle – das Schulbuchwissen *ist* quasi die Natur und daher allgemeiner und nichthistorischer Art (vgl. Kap. 5.1.2).

Die „narrative of nature“ lässt sich sowohl für Wissen über die Natur als auch deren Untersuchung mithilfe bestimmter Verfahren nachweisen. Oft wechseln sich entsprechende Aussagen ab; der Schulbuchtext unterscheidet daher formal auch nicht zwischen Prozessen in der Natur und im Labor, wie an drei Beispielen gezeigt werden soll. In der ersten Passage wird ein ‚Naturprozess‘ beschrieben, der Molekültransport:

„Das zu transportierende Molekül wird [beim sekundär aktiven Transport] gegen das Konzentrationsgefälle transportiert [...]. Hierzu wird das Molekül an eine spezifische Stelle des Carriers gebunden. Durch diese Bindung ändert sich die Konformation des Proteins. Hierdurch gelangt das gebundene Molekül auf die andere Seite.“ (Natura SII: 45)

Von einem solchen Prozess in der Natur sind die Schilderungen von Laborprozessen im Schulbuchtext formal nicht abzugrenzen. Diese werden entweder abstrakt oder in Form von LehrerInnen- bzw. SchülerInnenversuchen repräsentiert. Exemplarisch sind hier Auszüge aus zwei Passagen ausgewählt, die diese beiden Formen aufzeigen:

„Verteilt man verschieden große Zellen, z.B. ein Gemisch aus Eucyten und Procyten, gleichmäßig in einer wässrigen Lösung, werden die Zellen durch die Schwerkraft im Laufe der Zeit zum Gefäßboden gezogen. Es setzen sich zuerst die Eucyten ab. Je größer die Dichte der Zellen ist, desto schneller verläuft das Absinken, die *Sedimentation*.“ (Natura SII: 22)

„Der zellfreie Extrakt wird dann in ein Reagenzglas gegeben und zur Entfernung der Zelltrümmer zentrifugiert. Die Zelltrümmer bilden ein Sediment am Reagenzglasboden [...] Zur Fällung der DNA überschichten Sie vorsichtig mit Ethanol. An der Phasengrenzfläche der beiden Flüssigkeiten sammelt sich eine geleeartige Masse, die ausgefällte DNA.“ (Natura SII: 111)

Geschichtlichkeit ist in diesen Beispielen nur implizit, insofern diese Verfahren in der Vergangenheit entwickelt und zur Erkenntnisgewinnung genutzt wurden, auch wenn sie nun im Unterricht nur zu Demonstrationszwecken dienen. In solchen Passagen spielt das Wissen darum, dass die beschriebenen Sachverhalte historisch sein *müssen*, keine Rolle. Vielmehr ist ihr Inhalt gerade deshalb Schulbuchwissen, weil seine Historizität *nicht* thematisiert wird – es ist Teil der „narrative of nature“ und damit überzeitlich gültig.

Sucht man allerdings systematisch nach Verweisen auf vergangene Wissenschaft, so erschließt sich eine Vielzahl von Stellen mit geschichtlichem Inhalt. Wie gezeigt werden wird, tauchen in diesen nicht nur zahllose historische AkteurInnen abseits vertrauter Größen wie Darwin oder Mendel auf. Die Verweise zeichnen sich auch durch unterschiedlichste Repräsentationsmöglichkeiten aus, die teilweise selbst auf die Nennung historischer Persönlichkeiten oder Ereignisse verzichten, aber auch zusätzliche Materialien wie Portraits oder historische Zeichnungen aufweisen können. Eine große Variabilität zeigen Vergangenheitsbezüge auch im Merkmal der Textposition bzw. -stellung. Wie schon von Wang (1998) beschrieben (vgl. S. 97 der vorliegenden Arbeit), können historische Verweise Teil des Fließtextes, eingeschobener Kapitel mit Spezialthemen, von Zusammenfassungen und Marginalien sein, aber auch als eigenständige Boxen, Bildunterschriften, Überschriften, Merksätze, Absätze oder Teilkapitel auftreten. Im Fließtext lassen sich diese Verweise an jeder möglichen Position und damit sowohl am Anfang und am Ende als auch inmitten von Absätzen, Abschnitten bzw. Teilkapiteln nachweisen. Ein Großteil der historischen Verweise befindet sich ohne besonderen Hinweis auf ihren geschichtlichen Charakter in eben diesem Haupttext bzw. eingeschobenen Sonderseiten mit eigenem Layout aber fachinhaltlichem Schwerpunkt.¹⁰⁸ In all diesen Ausgestaltungen ist Geschichte als „narrative of science“ explizit, was zuerst die Frage aufwirft, wie sie im Schulbuch überhaupt sichtbar gemacht werden kann. Dieser Aufweis von Möglichkeiten soll an einigen Haupttext-Beispielen aus dem oben schon verwendeten Schulbuch, „Natura Biologie für Gymnasien“ aus dem Klett-Verlag, geleistet werden.

Gefragt wird dabei nach den ‚Hinweisen‘, die der Text auf seinen historischen Charakter gibt. Es lassen sich so verschiedene Abstufungen der ‚Sichtbarkeit‘ von Geschichte unter-

¹⁰⁸ Allein das Lehrbuch „Biologie Gesamtband“ für die Sekundarstufe I aus dem Duden-Verlag fällt mit insgesamt 74 von 209 wissenschaftshistorischen Verweisen mit vor allem biographischem Inhalt, die nur in den Marginalien auftreten, im Wortsinn ‚aus dem Rahmen‘. Diese Texte sind immer kurze biographische Absätze am Seitenrand, teilweise ergänzt um ein Portrait.

scheiden, die in der weiteren Analyse als Hilfsmittel dienen sollen. Diese Abstufungen sind keine Kategorien im Sinne auktorial intendierter oder auch nur klar unterscheidbarer Formen, sondern sollen vielmehr die vorgefundene Vielfalt handhabbar und damit in didaktischer Hinsicht diskussionsfähig machen. Im Folgenden wird für die geschichtsbezogenen Lehrbuchanteile der Einfachheit halber der Sammelbegriff ‚historische Verweise‘ verwendet: Anders als der Begriff ‚Darstellung‘ legt er nicht nahe, dass es sich um einen längeren, vielleicht gar in sich schlüssigen Abschnitt handelt und deckt damit die vorgefundene Vielfalt ab. Im Gegensatz zum synonymen Ausdruck ‚Referenz‘ steht nicht die Adressierung einer bestimmten Quelle oder eines Ursprungs im Vordergrund, sondern es wird durch ‚Verweis‘ nur die Anwesenheit einer (hier historischen) Beziehung festgestellt. Ausgehend vom Lehrbuchtext als „narrative of nature“ lässt sich der Text nach dem Grad seiner Annäherung an eine „narrative of science“ und damit der Repräsentation des ‚Werdens‘ von Erkenntnissen in drei qualitativ verschiedene Verweistypen aufschließen:

Verweistyp 1 (T1) Im einfachsten Fall findet die Bezugnahme auf früheres Geschehen ausschließlich durch den Einsatz eindeutiger Vergangenheitsformen (Präteritum und Plusquamperfekt statt Präsens oder Perfekt) und temporaler Adverbien (damals, später, früher, heute) statt:

„Man fand zwei Typen von Rezeptormolekülen in der Zellmembran.“ (Natura SII: 261)

„Entgegen früherer Hypothesen zeigte sich in Freilandbeobachtungen, dass es sich [bei Handlungsfolgen] insgesamt nicht um eine starre Kette handelt, die beim Ausbleiben eines Signals abbricht.“ (Natura SII: 282)

In beiden Beispielen wird zwar nicht auf ein historisches Ereignis Bezug genommen, dass sich in den Passagen selbst identifizieren ließe; gleichzeitig wird aber etwas als in der Vergangenheit geschehen festgehalten. Formal ist damit eine zumindest minimale Unterscheidung zwischen solchen, gewissermaßen basal-historischen Verweisen und dem übrigen, entzeitlichten Lehrbuchtext vorgenommen worden.

Verweistyp 2 (T2) Deutlich stärker historisch orientiert sind Passagen, in denen (zusätzlich) historische Daten verwendet werden, gelegentlich treten sogenannte Grad- bzw. Fokuspartikeln (bereits, schon, erst) hinzu, wie im ersten der beiden folgenden Beispiele:

„Bereits Anfang des 20. Jahrhunderts wurde erkannt, dass die Substanz *Adenosintriphosphat (ATP)* an einer Vielzahl von biochemischen Reaktionen beteiligt ist und sie ‚energetisch finanziert‘.“ (Natura SII: 70)

„WOLFGANG KÖHLER beschrieb 1917 ein Experiment mit Schimpansen, die sich in einem Raum befanden, an dessen Decke für sie unerreichbar eine Banane hing. Im Raum stand eine seitlich offene Holzkiste.“ (Natura SII: 292)

In beiden Passagen ist der Vergangenheitsbezug automatisch gegeben, da mit den vorhandenen Daten notwendiger Weise auf bestimmte, vergangene historische Ereignisse und Prozesse referenziert wird. Dazu dienen, wie in den Beispielen erkennbar, vor allem die Namen von Forscherpersönlichkeiten und/oder Zeitangaben. Meist fehlen Begleitmaterialien wie historische Abbildungen von Geräten bzw. Naturobjekten oder Zitate, gelegentlich treten Portraits auf.¹⁰⁹ Die Darstellungen werden üblicherweise durch eine abstrakte, dem üblichen Schulbuchtext entsprechende Beschreibung des gewonnenen Wissens fortgeführt oder enden mit einer Zusammenfassung der Ergebnisse der genannten Forschungsprozesse.

In seltenen Fällen und eher in der Sekundarstufe II werden die genannten Datentypen auch für Darstellungen von Forschungsergebnissen und -prozessen genutzt, die nicht weit in der Vergangenheit liegen und eher einen aktuellen Forschungsstand widerspiegeln:

„1997 gelang es, aus dem Oberarmknochen des Fundes im Neandertal kurze Fragmente mitochondrialer DNA (379 BP) zu isolieren, durch die Polymerase-Kettenreaktion zu vervielfältigen und mit dem entsprechenden Abschnitt der mitochondrialen DNA heutiger Menschen verschiedener Erdteile und der von Schimpansen zu vergleichen (Abb. 2).“ (Natura SII: 438)

Abgesehen vom Hinzutreten verschiedener Datentypen unterscheiden sich solche T2-nicht von T1-Verweisen. Im Zentrum stehen naturwissenschaftliche Wissenselemente, die um historische Daten ergänzt sind. Der Schwerpunkt verlagert sich nur in geschlossenen Verweisen am Seitenrand und damit in den Marginalien auf Geschichte wie sie insbesondere im Werk „Biologie Oberstufe“ aus dem Duden-Verlag gefunden werden können:

¹⁰⁹Eine Häufung von Portraits bei T2-Verweisen (üblich sind bis zu drei je Werk) tritt in Duden SII mit 26 auf. Diese befinden sich meist in den Marginalien.

„**Richard Willstätter** (1872 - 1942) klärte die Struktur des Chlorophylls auf. Er erhielt dafür 1915 den Nobelpreis für Chemie.“ [Portrait unter dem Text] (Duden SII: 69)

Da solche Verweise sich aber nicht formal, sondern aufgrund ihrer didaktischen Einbindung von den anderen T2-Verweisen unterscheiden, wird auf sie in der fachdidaktischen Analyse (vgl. S. 122 der vorliegenden Arbeit) näher eingegangen.

Verweistyp 3 (T3) Von solchen eher unauffälligen, in einen fachinhaltlich fokussierten Fließtext eingebauten Verweisen hebt sich das folgende Beispiel deutlich und nicht nur in der Länge ab; hier wird eine dritte Form des Umganges mit Geschichte sichtbar:

„Das erste wissenschaftliche Ordnungssystem geht auf ARISTOTELES (384 - 322 v. Chr.) zurück. Er unterteilte die ihm bekannten Tiere in ‚Bluttiere‘ (Fische, Amphibien, Vögel und Säuger) und ‚Blutlose‘ (Schalen-, Krusten-, und Weichtiere) und unterteilte sie weiter nach Lebensweise (Wasser oder Land) und Atmungsorgan (Lungen oder Kiemen). Diese *typologische Systematik* beruhte damit also erstmals auf Merkmalen und nicht auf der Bedeutung für den Menschen. CARL VON LINNÉ (1707 - 1778) ging ebenfalls nach typologischen Kriterien vor. Er unterteilte z. B. die Blütenpflanzen nach der Anzahl der Staubblätter. Für Tiere mit Milchdrüsen stellte er die systematische Gruppe der Säugetiere auf und ordnete ihr auch die Wale und den Menschen zu. Er begründete außerdem die *binäre Nomenklatur*, nach der bis heute jede Art durch einen zweiteiligen wissenschaftlichen Namen benannt wird. [..., mehrere fachinhaltliche Sätze] Das Ordnungssystem von LINNÉ hat sich über die Jahrhunderte in vielen Bereichen bewährt. Es stellt aber ein *künstliches System* dar, denn die taxonomischen Merkmale wurden willkürlich gewählt.“ (Natura SII: 418)

In diesem Abschnitt ist ein bestimmter historischer Prozess verhältnismäßig detailliert dargestellt, was selbstverständlich die Bezugnahme auf aktuelles naturwissenschaftliches Wissen nicht ausschließt. Spezifisch ist vielmehr der gesetzte Schwerpunkt: In dieser ‚Geschichte biologischer Systematik‘ und vergleichbaren Passagen liegt der Fokus auf Wissen über vergangene Naturforschung und nicht auf Wissen über Natur. Während zudem die oben angeführten Beispiele nach einem oder wenigen Sätzen wieder in die schulbuchübliche, ‚zeitlose‘ Darstellung von biologischem Wissen übergehen, sind T3-Passagen meist

abgeschlossen und erst im nächsten Absatz bzw. Abschnitt wird wieder ausschließlich Naturwissen behandelt. Zwar weist der zitierte Abschnitt verschiedene der schon genannten Merkmale für Historizität auf, geht aber auch in besonderer Weise darüber hinaus. Das zentrale Moment solcher Passagen ist ein strukturelles: Die nichtinhaltlich-systematische Schwerpunktsetzung macht das historische Geschehen und damit gewissermaßen die „narrative of science“ zum Bezugsrahmen der Passagen. Wesentlich ist dafür, dass mehrere vergangene Ereignisse zueinander in Beziehung gesetzt beziehungsweise solche Ereignisse näher beschrieben und damit als singulär erkennbar werden. Erst dadurch kann im Text ein historisches Geschehen überhaupt repräsentiert werden, während in T1 und T2 nur einzelne Ereignisse benannt und dann bestimmten fachlichen Wissens-elementen beigeordnet sind. Zwischen T2 und T3 treten Übergangsformen auf, etwa wenn in eine längere Passage einzelne historische Ereignisse oder Verweise eingestreut werden. Die Schwerpunktsetzung (inhaltlich vs. historisch) kann nicht mehr eindeutig festgestellt werden kann:

„In den 30er-Jahren des letzten Jahrhunderts stand man vor der ungeklärten Frage, ob Proteine oder Nucleinsäuren die Träger der Gene sind. Beide Stoffklassen liegen als langkettige, unverzweigte Moleküle vor, die eine beinahe unbegrenzte Anzahl verschiedener Varianten bilden können.

Experimentell wurde die chemische Natur der Erbsubstanz erstmals an Bakterien untersucht. FREDERICK GRIFFITH experimentierte 1928 mit dem Bakterium *Streptococcus pneumoniae*, dass in zwei Varianten vorkommt.“ (Natura SII: 110)

Es schließen sich sechs Sätze an, in denen die beiden Zellvarianten in ihren Merkmalen beschrieben werden, danach wird in weiteren fünf Sätzen ein Versuch unter Nennung des Forschers und im Präteritum beschrieben. Weiterhin heißt es:

„Der Bakteriologe OSWALD AVERY nahm die Versuche von GRIFFITH 1944 wieder auf, um die Substanz, die von S- auf R-Zellen übertragen worden sein musste, zu identifizieren.“

Dieser Versuch wird ebenfalls im Präteritum in seinem Verlauf beschrieben. Am Rand der Seite befindet sich ein Portrait Averys, beide Versuche werden von abstrakten, schematischen Grafiken zur Durchführung begleitet. In der weiteren Auswertung (vgl. insbes. Kap. 6.1.2 und 6.2) werden solche Grenzfälle als T3-Verweise gewertet, da der Anteil

von Geschichte sehr groß ist und trotz fehlender historischer Schwerpunktsetzung zur Strukturierung des Textes beiträgt.

Sonstige Verweise (SoV) Alle Werke weisen darüber hinaus historische Verweise auf, die sich nicht in die eben entwickelten Kategorien einpassen lassen. Von diesen sind Chronologien naturwissenschaftlicher Entdeckungen am eindeutigsten als historische Abschnitte zu identifizieren. Diese sind im Schulbuch jedoch weitestgehend abwesend – in „Natura Oberstufe“ beispielsweise findet sich nur eine einzige im Kapitel „Genetik“ (Natura SII: 160 f.), in vielen anderen Werken ist gar keine Chronologie vorhanden. Im Unterschied zu Fließtextpassagen mit historischem Inhalt sind Chronologien schon aufgrund ihrer Listen- bzw. Tabellenform immer eigenständige Strukturen, die vergangene Ereignisse auf eine sehr spezifische Weise, nämlich sortiert nach ihrem Zeitpunkt, repräsentieren. Anders als in ‚Geschichten‘ etwa über die Arbeiten Mendels oder die Entdeckung der DNA, werden in einer Chronologie als Form historischer Repräsentation daher keine Prozesse dargestellt, sondern Ereignisse unter Nennung von Jahreszahlen und (meist) Namen gereiht:

„[...] **1972:** WERNER ARBER (Nobelpreis 1978) entdeckt die *Restriktionsenzyme* („enzymatische Scheren“).

1972: PAUL BERG und Mitarbeiter (Nobelpreis 1980) bauen das erste rekombinante DNA-Molekül, indem sie DNA zerschneiden und die Fragmente neu verkleben.

1973: STANLEY N. COHEN, HERBERT W. BOYER und ihre Mitarbeiter zeigen, dass rekombinante DNA in lebenden Zellen die Produktion von Proteinen anweisen kann. [...]“ (Natura SII: 160-161, Auszug)

Während solche Texte von den Merkmalen der drei oben eingeführten Typen in formaler Hinsicht stark abweichen, ist es bei anderen die didaktische Funktion, die sie von den übrigen historischen Verweisen abhebt. Dazu zählen Abbildungen historischen Inhaltes ohne konkreten Textbezug ebenso wie Passagen, in denen vergangenes Geschehen nur sehr indirekt und bruchstückhaft referenziert wird.¹¹⁰ Auch isolierte Zitate aus historischen Werken auf Kapiteleinführungsseiten, Aufgaben mit historischen Anteilen am Kapitelende

¹¹⁰Ein besonders kurioses Beispiel für die Verwendung historischer Abbildungen ist ein Darwin-Portrait in Duden SII (15), dass symbolisch für ‚Organismus‘ steht.

bzw. ‚Geschichten‘ in Kapitelzusammenfassungen werden hier mit erfasst, da solche Abschnitte aus dem Textfluss herausgehoben sind, was für ihre Inhalte eine besondere didaktische Rolle ausweist.

Im Folgenden wird jeweils ein Beispiel zu Einleitungen, Aufgaben, Zusammenfassungen, Abbildungen und ‚Bruchstücken‘ angeführt. Da nicht alle Formen in allen Werken auftreten, ist hier zusätzlich das Schulbuch für die Sekundarstufe II aus dem Duden-Verlag hinzugezogen worden:

Auf der Einleitungsdoppelseite zum Großkapitel „Evolution“ in Natura SII findet man die Reproduktion eines Haeckelschen Stammbaumes und ein Zitat Darwins. Im dazugehörigen Fließtext heißt es unter Anderem:

„Wohl keine Teildisziplin in der Biologie ist so eng mit einer bestimmten Person verbunden wie die Evolutionslehre mit CHARLES DARWIN. Er formulierte aufgrund detaillierter Naturbeobachtung die Selektionstheorie [...]“ (Natura SII: 378))

Eine Aufgabestellung mit historischem Schwerpunkt am Schluss des Kapitels zu den „Grundbausteinen des Lebens“ lautet etwa:

„Weisen Sie nach, dass der Erkenntnisfortschritt in der Zellbiologie in starkem Maße mit den zunehmenden technischen Möglichkeiten verbunden war und ist.“ (Duden SII: 105)

In einer Zusammenfassung („summa summarum“) des Genetik Kapitels in Duden SII findet sich folgende Passage:

„MENDELS Experimente und die daraus resultierenden drei mendelschen Regeln beruhen ausschließlich auf der statistischen Auswertung der Merkmalsverteilung von **Parental-** und **Filialgenerationen**. Erst nach der Wiederentdeckung der Vererbungsregeln wurde der Zusammenhang zwischen Chromosomenverteilung und Verteilung der Erbanlagen erkannt (**Chromosomentheorie der Vererbung**).“ (Duden SII: 290)

Als ‚bruchstückhaft‘ hingegen ist die Verwendung von Geschichte auf einer „Lexikon“-Seite zur Instinktlehre zu bezeichnen, die historisch folgendermaßen eingeleitet wird:

„KONRAD LORENZ und die Instinktlehre regen seit mehr als 50 Jahren die Verhaltensbiologen zu ausgedehntem Widerspruch und einer Fülle von Untersuchungen an.“ (Natura SII: 275)

Es folgt ein sehr langer Fließtext, in welchem an verschiedenen Stellen frühere und heutige Konzepte verglichen werden.

Trotz ihrer geringen historischen Tiefe und Länge sind zahlreiche dieser SoV aus dem Text herausgehoben, was eine spezifische didaktische Dimension nahelegt und eine gesonderte Betrachtung an entsprechender Stelle notwendig macht (vgl. S. 125 und 127 der vorliegenden Arbeit).

Sonderfall *Natur-/Kulturgeschichte* Umfangreiche geschichtliche Verweise müssen im Schulbuch aber nicht zwangsweise Wissenschaft zum Inhalt haben. Es sind daher grundsätzlich Passagen mit wissenschaftsgeschichtlichem Inhalt von solchen zu unterscheiden, in denen vorrangig die Geschichte von Natur (oder auch Kultur), nicht aber die von Wissen *über* die Natur beschrieben wird. Schulbücher für die Sekundarstufe I und II weisen fast immer ein- bis zweiseitige Erzählungen auf, etwa über die Geschichte des Ackerbaus (Natura G: 132 f.), des (mitteleuropäischen) Waldes (Cornelsen SII: 368), des Lebens auf der Erde (Bio Plus G 3: 60 ff.) oder von Krankheiten (Bio Plus G 2: 27). Der Schwerpunkt liegt darin auf Wissen über zwar vergangene, aber nichtwissenschaftliche Prozesse:

„Während die Winter 1938 – 1941 in Deutschland normal kalt waren, war der von 1946/47 einer der härtesten und längsten seit Jahrzehnten. Der Boden war über 100 Tage tief gefroren. Die Maulwürfe waren nur schwer in der Lage, zu ihren Hauptnahrungsquellen, den Regenwürmern und Insektenlarven, vorzudringen.“ (Natura SII: 389)

„Vor rund 20 000 Jahren waren die Kulturen weltweit annähernd gleich, die Menschen benutzten Steinwerkzeuge, die sich weltweit nur in Feinheiten unterschieden. Alle Unterschiede, die wir heutzutage sehen, sind in der Zeit danach vom Menschen in lokalen Populationen entwickelt worden.“ (Natura SII: 317)

Die Gewinnung von wissenschaftlichen Erkenntnissen über diese Inhalte wird im Allgemeinen nicht thematisiert, in einzelnen Fällen, etwa der Geschichte der Cholera in Natura G (187), kann jedoch auch von ihrer wissenschaftlichen Erforschung und Bekämpfung die Rede sein. Aufgrund ihrer historischen aber eben nicht wissenschaftshistorischen Schwerpunktsetzung spielen Darstellungen dieser Form für die weitere didaktische Analyse keine Rolle.

Verweis- typ ¹	Beispiel	Merkmale
1	Es wurde gezeigt, dass [...]	Vergangenheitsform, Temporaladverbien, Grad-/Fokuspartikeln
2	Im Jahre [XXXX] wurde von [XXX] experimentell nachgewiesen, dass [...]	+ Daten (Jahreszahlen, Namen)
3	Im Jahre [XXXX] wurde von [XXX] experimentell nachgewiesen, dass [...]. Diese Versuche wurde einige Jahre später von [XXX] aufgegriffen, um zu zeigen, dass [...]. Heute geht man davon aus, dass [...].	+ Aufweis von Beziehungen zwischen historischen Ereignissen – der Schwerpunkt liegt über eine längere Passage auf der Darstellung historischen Geschehens
So	Erläutern Sie den Aufbau des klassischen Versuches von [XXX]!	Historische Bezüge erkennbar, ‚bruchstückhaft‘, mit eigenständiger didaktischer Funktion versehen

Tabelle 6.1: Übersicht über die untersuchten ‚Typen‘ historischer Verweise und ihre Merkmale.

Der Übersichtlichkeit wegen sind in Tabelle 6.1 die untersuchten Typen noch einmal mit ihren Merkmalen ausgewiesen.

6.1.2 Häufigkeiten

Um einen Eindruck von der Anzahl und den Verhältnissen der oben unterschiedenen Verweise zu geben, werden die Häufigkeiten der vier wissenschaftshistorischen Formen – T1, T2, T3 und SoV – für die analysierten Werke in Abbildung 6.1 graphisch dargestellt.¹¹¹

Wie in Abbildung 6.1 ersichtlich, gibt es trotz ähnlicher Länge der Texte deutliche Unterschiede zwischen der Sekundarstufe I und II. Die Gesamtzahl wissenschaftsgeschichtlicher Verweise in Schulbüchern mit Zulassung in Thüringen bewegt sich zwischen 29 und 58 (Ø 46,5) auf 368 bis 576 (Ø 430,67) Seiten in der Sekundarstufe I und 121 bis 209 (Ø 167,2) auf 480 bis 600 (Ø 532,8) Seiten in der Sekundarstufe II. Während in der Sekundarstufe I und damit in Schulbüchern für die Klassen 7 bis 10 also etwa alle sechs bis vierzehn Seiten mindestens ein historischer Verweis nachweisbar ist, verkürzt sich

¹¹¹Da in der Sekundarstufe I von den verschiedenen Verlagen sowohl ein- als auch mehrbändige Werke angeboten werden, sind jeweils alle Bände für die Klassenstufen 7 bis 10 zusammengefasst worden, um die Häufungen der Verweise unmittelbar vergleichen zu können. Der Typ Natur-/Kulturgegeschichte wurde nicht berücksichtigt. Vgl. auch Anhang A.

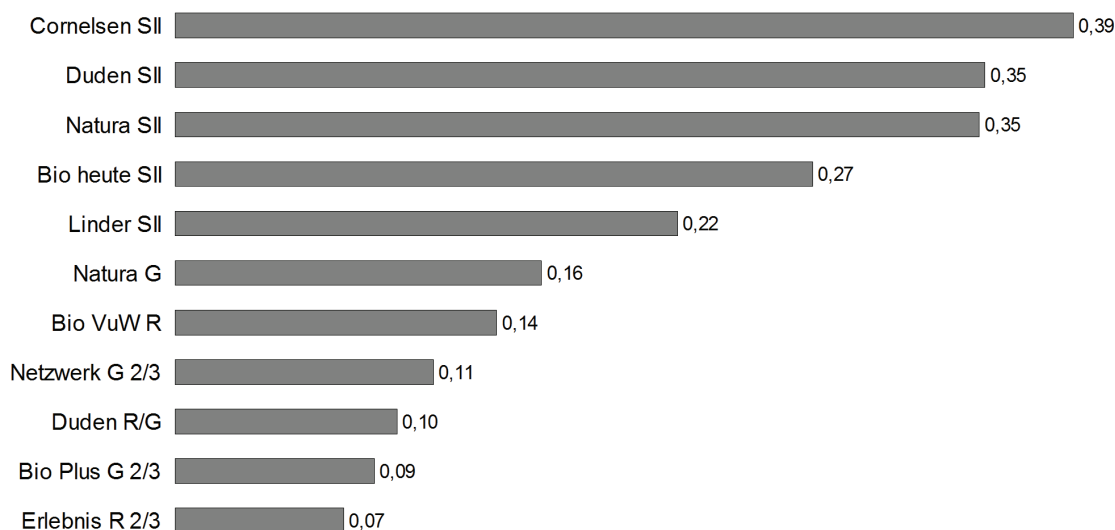


Abbildung 6.1: Durchschnittliche relative Häufigkeiten historischer Verweise auf einer Schulbuchseite.

dieser Abstand in Sekundarstufe II auf etwa drei bis fünf Seiten. Gleichzeitig nimmt der Anteil von T1- und T2-Verweisen zu, wie Abbildung 6.2 zeigt.

Der T1/T2-Anteil entspricht in der Sekundarstufe I zwischen 50% und 70% der Gesamtzahl, in der Sekundarstufe II sind es 76% bis 81%. T2-Verweise treten über beide Schulstufen hinweg mit Abstand am häufigsten auf, in der Sekundarstufe II ist deren Anteil und Anzahl aber deutlich höher. Im Verhältnis zur Gesamtzahl historischer Verweise wird die Anzahl der hier als T3 klassifizierten Textteile nur geringfügig größer. Sie beträgt 11 bis 17 in Schulbüchern für die Klassenstufen 7 bis 10 und 17 bis 27 in solchen für die Kursstufe. Ihr Anteil an der Gesamtzahl historischer Verweise sinkt dabei von etwa 25% bis 38% auf ca. 10% bis 15%. Es fällt zudem auf, dass in allen Werken eine niedrige, jedoch sehr variable Anzahl (zwischen 1 in Erlebnis R 2/3 und 20 in Cornelsen SII und Duden SII) von So-Verweisen zu verzeichnen ist.

Die Verhältnisse der Verweistypen zueinander und die Anzahl jener des T3 sind über alle vier Verlage und die verschiedenen Zielgruppen (Alter, Schulform) hinweg sehr ähnlich.¹¹² Diese Ähnlichkeit der verschiedenen Werke ist überraschend, da sie sich zwar

¹¹²Allein Cornelsen SII fällt aus diesem Muster; darin ist das Verhältnis zwischen T1 und T2 fast ausgewogen.

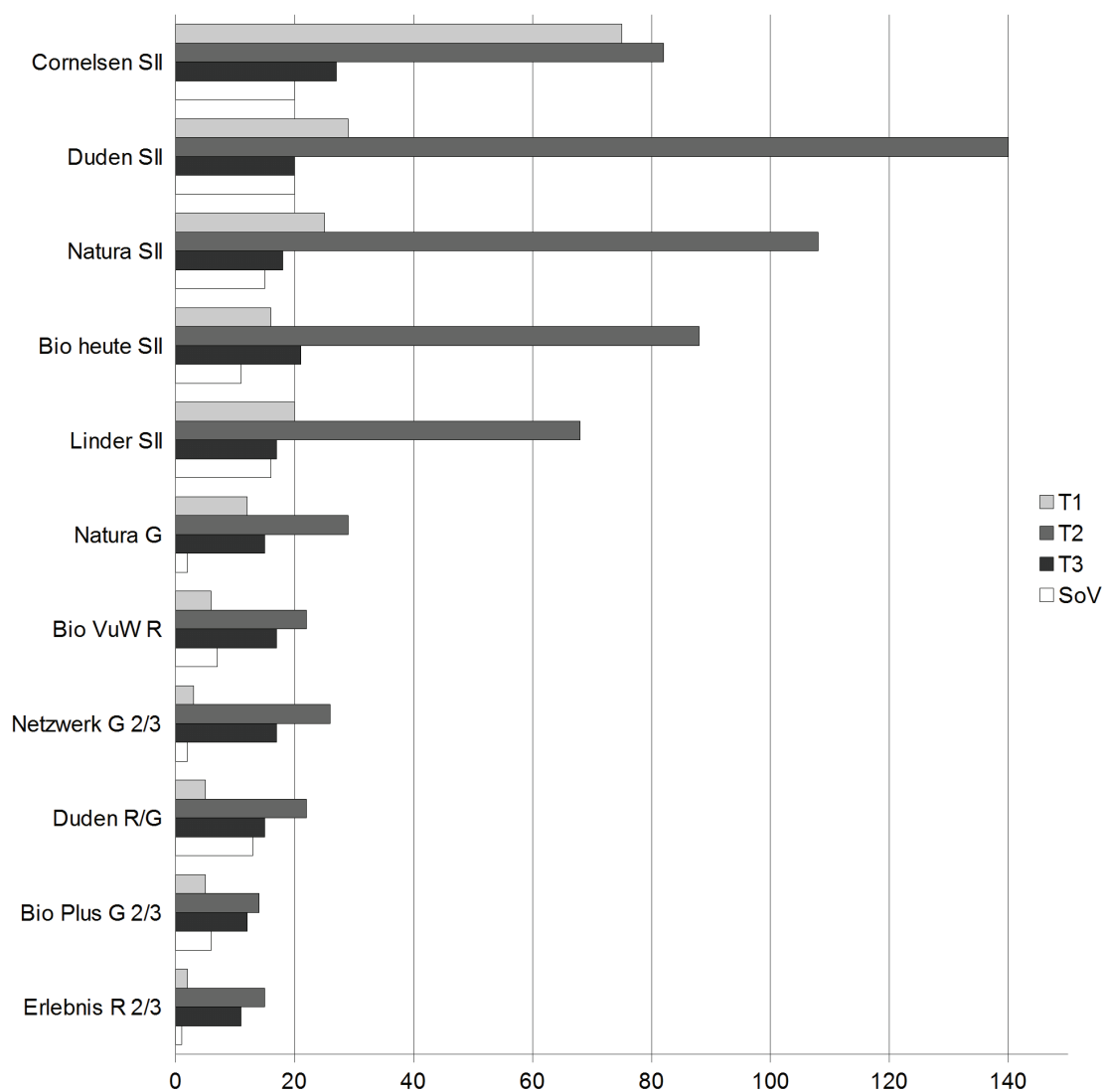


Abbildung 6.2: Absolute Häufigkeiten der verschiedenen Typen historischer Verweise in den untersuchten Werken.

nur innerhalb bestimmter Grenzen in Seitenzahl und -format, wesentlich jedoch im Satz unterscheiden.¹¹³

Der Umfang einzelner historischer Verweise variiert im weiten Spektrum von einem bis wenigen Sätzen (insbesondere T1 und T2, SoV) und einem Absatz bis zu mehreren Seiten (meist T3). Für Passagen ohne geschichtlichen Schwerpunkt ist die Länge jedoch meist nicht eindeutig festzulegen. Dient ein T2-Verweis etwa zur Einleitung eines Abschnittes, in dem ein Laborverfahren geschildert wird, so lässt sich häufig nicht aufgrund formaler Merkmale (etwa einer Schilderung im Präteritum) entscheiden, ob die Verfahrensdarstellung selbst noch zum historischen Teil gehört oder nicht. Oft wird das Verfahren abstrakt und so beschrieben, dass das Weglassen des Einleitungssatzes nichts an der Aussage des entsprechenden Abschnittes ändern würde. Die Anwesenheit des Einleitungssatzes jedoch erzeugt einen historischen Rahmen für das Verfahren, auch wenn dieses selbst nicht als Vergangenheit repräsentiert wird. Passiert dies mehrmals innerhalb eines Teilkapitels nacheinander, so ist außerdem nicht zu entscheiden, ob es sich um eine sehr lange oder mehrere kürzere (bzw. nur aus jeweils einem Satz bestehende) Darstellungen von Vergangenen handelt.

6.2 Die Didaktik der Geschichte im Schulbuch

6.2.1 Struktur

Historische Verweise stehen im Schulbuch nicht isoliert, sondern weisen verschiedene strukturelle Merkmale auf, die sie didaktisch in den Kontext ‚Schulbuch‘ einbetten. Für eine Analyse auf dieser Ebene ist der Kriterienkatalog von Leite (vgl. Kap. 4.3.1) ausgesprochen hilfreich. Sie unterscheidet folgende Kriterien für eine didaktische Analyse:

- I. Typ/Organisation der Darstellung (Biographie, Versuch, Diskussion),
- II. Primärquellen,
- III. Zusatzmaterial (Literaturhinweise, ...),
- IV. Kontexte (Politik, Technologie, andere Disziplinen, Religion, ...),

¹¹³In Duden SII ist der Haupttext einspaltig mit Marginalien gesetzt, auf vielen Seiten ist etwa ein Drittel der Spalte für Abbildungen reserviert. Auf einer reinen Textseite wie Seite 14 findet man 355 Wörter in 46 Zeilen. Im zweispaltigen, marginalienlosen Linder SII sind es 694 Wörter in 100 Zeilen auf der abbildungsfreien Seite 521. Ähnliche Verhältnisse finden sich auch in der Sekundarstufe I. Bio VuW R 2, wie Duden SII einspaltig mit Marginalien, enthält in einer Spalte beispielsweise 449 Wörter in 52 Zeilen auf Seite 103, das zweispaltige, Marginalien reservierende Natura G 600 Wörter in 99 Zeilen auf Seite 115. Zahlen und Abkürzungen wurden dabei als Wörter mitgezählt.

- V. Rolle (für gute/alle SchülerInnen; obligatorisch/fakultativ),
- VI. Aktivitäten/Aufgaben,
- VII. Organisation (von Inhalten nach geschichtlichen Gesichtspunkten, etwa im Kapitelaufbau).

Dieser Kriterienkatalog soll auf die erhobenen Schulbuchverweise angewendet werden, wobei von der Gesamtzahl aller historischer Verweise ausgegangen wird; einzelne Werke werden daher nur als Beispiele bzw. im Falle auffälliger Abweichungen benannt.

T1 und T2 Gegenüber einigen der eben genannten Kriterien sind alle 198 bzw. 614 T1- und T2-Verweise des hier untersuchten Schulbuchsamples prinzipiell unbestimmt. Aufgrund ihrer Kürze und geringen Komplexität haben sie weder Kontexte (IV.), noch verweisen sie auf Zusatzmaterial (III.). Sie sind Teil längerer Textabschnitte, haben daher keine organisierende Funktion (VII.) und werden nur selten von Primärquellen (II.) (insbes. Portraits) begleitet. Sofern vorhanden, verweisen angegliederte Aufgaben (VI.) auf die zugehörigen fachlichen Inhalte, nicht aber auf die historischen Anteile selbst. T1- und T2-Verweise besitzen deshalb nur dann eine erkennbare interne Organisation (I.), wenn sie als Marginalien auftreten. Deren Inhalte stellen dann keinen Kommentar zum Haupttext dar, sondern geben eigenständige Informationen, wie es in Duden SII bei 64 T2-Verweisen der Fall ist.¹¹⁴ Abhängig von ihrer Position können die Verweise entsprechend unterschiedliche Rollen für die Schüler und Schülerinnen haben (V.). Im Haupttext sind sie obligatorischer Inhalt des Lehrbuches; in den Marginalien oder auf Sonderseiten resp. Rubriken zu speziellen Themen hingegen aus dem fachtextuellen Wissensfluss herausgehoben. Dies kennzeichnet sie als fakultative und damit zusätzliche Information.¹¹⁵ Kriterien für die Verteilung bestimmter historischer Verweise auf den

¹¹⁴Trotz ihres geringen Umfanges sind sie in diesem Werk deshalb als in sich geschlossene Repräsentationen von vergangener Wissenschaft erkennbar. Die Marginalien haben eine Länge von ein bis zwei Sätzen, zu Beginn werden üblicherweise Namen und Lebensdaten einer historischen Persönlichkeit genannt. Daran schließt sich eine kurze Auflistung der Forschungsarbeiten und/oder -ergebnisse an. Begleitet werden diese Verweise in den Marginalien in etwa 20% der Fälle vom wichtigsten Primärquellentyp historischer Schulbuchpassagen, dem WissenschaftlerInnenportrait als Foto oder historischem Stich.

¹¹⁵Auch einer Selbstdarstellung des Duden-Verlages auf der vorderen Umschlagseite in Duden SII zufolge sind die Marginalien und die Rubrik „Mosaik“ für ergänzende und vertiefende Inhalte vorgesehen, wichtige Aussagen befinden sich hingegen in grün hinterlegten Boxen oder auf den kapitelabschließenden „summa summarum“-Seiten.

obligatorischen Haupttext oder die fakultativen Begleittexte lassen sich nicht ausmachen (vgl. S. 124 der vorliegenden Arbeit).¹¹⁶

T3 Aufgrund ihrer formalen Merkmale weisen die insgesamt 190 T3-Verweise durchgängig eine erkennbare innere Organisation auf (I.). Sie stellen ausführlich bestimmte historische Forschungsprozesse (Experimente/Theorien, ca. 40% der Verweise) dar oder geben einen historischen Abriss über die Forschungsarbeiten zu einem Thema oder innerhalb einer Disziplin (ca. 30% der Verweise). Eher selten ist eine Organisation als Biographie und damit entlang des Lebens einer oder weniger historischer AkteurInnen (knapp 10% der Verweise); sie lässt sich zudem nur für Schulbücher der Sekundarstufe I nachweisen.¹¹⁷ ‚Diskussionen‘, also Darstellungen zeitgenössischer Auseinandersetzung über einen Gegenstand treten nur zweimal als alleinige Organisationsform auf, sie sind aber in 13 Fällen mit anderen Organisationsformen verschränkt, wie das für das übrige Fünftel aller T3-Verweise im Sample gilt. In solchen Fällen wird etwa einleitend die Biographie eines Forschers ausgeführt, um dann detailliert auf seine Arbeiten einzugehen, wie etwa im Falle Mendels (Linder SII: 310). Gelegentlich wird auch die Darstellung bestimmter Versuche mit deren zeitgenössischer Diskussion verschränkt, beispielsweise in einem Kapitel zum „Schlüsselreiz“ (Bio heute SII: 346).

Kontexte naturwissenschaftlicher Erkenntnisproduktion und -rezeption (IV.) sind auch in längeren Textpassagen nur selten erkennbar. Die häufigsten Kontexte bilden Medizin und Gesellschaft, insbesondere da Teilaspekte der Bakteriologie und Immunologie in allen Werken (Ausnahme: Bio heute SII) mit T3-Passagen behandelt werden (vgl. Kap. 6.2.3). Religiöse (und politische) Aspekte werden ausschließlich in Darstellungen der Geschichte der Evolutionstheorie angesprochen (z.B. Natura G: 342 f.; Cornelsen SII: 246), wie in ähnlicher Weise Technik regelmäßig und fast ausschließlich als Kontext der Mikroskopentwicklung im Rahmen von Verweisen zur frühen Zellehre auftaucht. Philosophie sowie andere natur- oder geisteswissenschaftliche Disziplinen sind nur Gegenstand zweier Darstellungen in Duden SII (34, 35).

¹¹⁶Da in der Sekundarstufe I diese Verweistypen in eher kleiner Zahl auftreten, finden sie sich nur selten an Positionen mit fakultativem Charakter: in Erlebnis R 2/3 als Werk mit den wenigsten Verweisen dieser Typen in drei von 17 Fällen, in Natura G, welches mit 41 die meisten T1- und T2-Verweise in der Sekundarstufe I aufweist, an 17 Stellen. Auch in der Sekundarstufe II ist die Schwankungsbreite recht groß: Von etwa einem Viertel (27 von 104) in Marginalien und Rubriken in Bio Heute SII bis zu etwa 60 % (102 von 169) in Duden SII.

¹¹⁷Mit Ausnahme einer Biographie zu Lamarck in Natura SII (409).

Ein organisierender Charakter der historischen Verweise für die Inhalte des Buches selbst (VII.) ist in zwei Formen nachweisbar: Erstens in einer Art ‚Doppelung‘; hierbei ist das Kapitel historisch organisiert, weil die Inhalte historische sind, beispielsweise in „Entwicklung des Evolutionsgedankens“ (Bio heute SII: 374 f.; Cornelsen SII: 246 f.). Zweitens findet sich ein organisierender Charakter insbesondere in Darstellungen der Mendelschen Gesetze und seltener den Arbeiten Morgans. Dabei wird der Forschungsweg der AkteurInnen im Text über mehrere Seiten nachvollzogen, um die lehrplanrelevanten fachlichen Inhalte entlang dieser Chronologie zu präsentieren (z.B. Erlebnis R 3: 114 ff.; Bio heute SII: 122 f., 127 ff.).

Begleitet werden T3-Verweise in etwa einem Drittel der Fälle von verschiedenen Primärquellentypen (II.). Portraits treten mit Abstand am häufigsten auf, ca. ein Viertel aller T3-Verweise werden davon begleitet; es folgen wörtliche Zitate in etwa 10% der Fälle. Andere Quellenformen wie Titelblätter von Büchern, historische Stiche und Photographien, aber auch erläuternde Grafiken, die etwa Darwins Reiseroute mit der Beagle wiedergeben (u. a. Erlebnis R 3: 172, Natura G: 342) sind nur in Einzelfällen vorhanden. Hinweise auf Zusatzmaterialien (III.) wie Internetseiten, Bücher oder Filme finden sich nicht. Sie tauchen aber vereinzelt in Aufgaben oder begleitenden LehrerInnenhandbüchern auf (vgl. Kap. 6.2.4). SchülerInnenaktivitäten in Form von einzuprägenden Merksätzen über vergangene Wissenschaft oder Aufgaben zu historischen Inhalten (VI.) ließen sich für 31 der insgesamt 190 T3-Passagen nachweisen, in den restlichen Fällen existieren keine Aufgaben oder sie beziehen sich allein auf fachwissenschaftliche Inhalte.

Etwa 70% aller Passagen können als obligatorisch betrachtet werden (V.), da sie im Haupttext der Werke stehen. Die übrigen T3-Abschnitte sind Bestandteil eigenständiger, optisch herausgehobener Seiten bzw. Blöcke, etwa unter Rubrikentiteln wie „Streifzüge durch die Geschichte“ (Erlebnis R 2/3, Netzwerk G 2/3), „Mosaik“ (Duden R/G, Duden SII), „Zettelkasten“ (Natura G) oder „Exkurs“ (Bio heute SII). Bis auf Ausnahmen wie die „Streifzüge“ werden solche Rubriken im Regelfall vor allem für nichthistorische Inhalte genutzt. Sie haben durchgängig fakultativen Charakter und vertiefen bestimmte Gegenstände, weshalb eine Auseinandersetzung mit ihnen der Entscheidung der Lehrkraft und/oder dem Interesse der SchülerInnen obliegt. Über das Gesamtsample hinweg werden verschiedene historische Themen wie Priestleys Versuche zum Sauerstoff ganz unterschiedlich untergebracht: in einem Werk im Haupttext (Bio VuW R 3: 36 f.), in einem anderen in einer speziellen Rubrik, hier „Mosaik“ (Duden R/G: 334). Dies gilt auch für lehrplanrelevante historische Themen (vgl. Kap. 6.2.3): Darstellungen zu Haeckel

und dem biogenetischen Grundgesetz finden sich beispielsweise in Bio heute SII (387) in einem „Exkurs“, in Linder SII (464) hingegen im Haupttext.

SoV Entsprechend ihrer formalen Beschreibung besitzen die insgesamt 113 SoV in den untersuchten Schulbüchern nur dann eine interne Organisation (I.), wenn sie als eine der insgesamt acht Chronologien im Gesamtsample vorliegen.¹¹⁸ Organisierenden Charakter für das Buch oder einzelne Abschnitte (VII.) haben sie in keinem Fall. In etwa einem Drittel der Verweise werden Primärquellen (II.) wie Portraits und insbesondere Zitate verwendet, letztere dienen vor allem der Motivation am Kapitelanfang und als Einleitung zu Fragen am Kapitelende. Solche Aufgaben (VI.) sind an etwa ein Viertel aller SoV gekoppelt; Bezugnahmen auf Sekundärliteratur (III.) finden sich allerdings auch dort nicht. Kontexte (IV.) sind nur in 5% der Verweise wahrnehmbar, so zu Nationalsozialismus im Zusammenhang mit sozialdarwinistischen Konzepten (Netzwerk G 3: 179) oder Religion und Darwinismus (Cornelsen SII: 295). Die Rolle für die SchülerInnen (V.) kann sehr unterschiedlich sein. Darstellungen dieses Typs lassen sich sowohl in fakultativen Teilen des Schulbuchtextes wie Seiten zu Spezialthemen oder Marginalien finden. Wie erwähnt (vgl. S. 115 der vorliegenden Arbeit) treten sie aber auch in Kapiteleinleitungen und -zusammenfassungen oder Aufgaben auf. Während sie im ersten Fall vor allem eine motivierende Funktion haben und die Schülerin bzw. den Schüler für das zu behandelnde Thema interessieren sollen, gehören sie in Zusammenfassungen explizit zum Lernstoff. Entsprechend selten ist diese Verwendung, die nur in einzelnen Werken in Kapiteln zur Genetik (Erlebnis R 3: 150; Bio heute SII: 174) und Evolutionsbiologie (Duden R/G: 541; Cornelsen SII: 261), aber auch der Zellbiologie nachweisbar ist (Bio Plus G 2: 36). Gelegentlich sind Zitate historischer Persönlichkeiten Teil von Aufgabenstellungen (z. B. Bio Plus G 2: 208 f.; Duden R/G: 454; Bio heute SII: 154; Linder SII: 390).

6.2.2 Funktionen

Für Wissenschaftsgeschichte in der naturwissenschaftlichen (Aus-)Bildung wurden von Matthews (1994) bestimmte Funktionen formuliert, auf welche hin sich die Verweise prüfen lassen. Geschichten dienen demzufolge dazu (vgl. Kap. 4.1.2):

A Konzepte und Methoden zu erlernen;

¹¹⁸Netzwerk G 2: 21; Bio VuW R 3: 156; Bio Plus G 3: 47; Bio heute SII: 8; Natura SII: 160 f.; Duden SII: 74, 291, 389, 465.

- B individuelles Denken mit der Entwicklung von Ideen zu verknüpfen;
- C bedeutende Entwicklungen der Wissenschaften zu vermitteln (Geschichte an sich);
- D den Forschungsprozess selbst näherzubringen;
- E Dogmatismus bzw. Szientismus zu bekämpfen;
- F die menschliche Seite der Wissenschaft aufzuzeigen;
- G Verbindung mit anderen Disziplinen und gesellschaftlichen Entwicklungen zu beschreiben.

Im Folgenden sollen die erfassten Verweise auf ihre Übernahme solcher Funktionen hin beurteilt werden. Zu berücksichtigen ist dabei, dass T1- und T2-Verweise meist kaum länger als ein Satz sind (vgl. Kap. 6.1.1), was die Möglichkeiten zur Funktionsübernahme stark einschränkt.

T1 Diese Form weist ein Geschehen („erst im 19. Jahrhundert“, „früher wurde angenommen“, „man konnte zeigen, dass“, vgl. Kap. 6.1.1) und damit die Veränderung von wissenschaftlichem Wissen über den jeweiligen Gegenstand aus. Sie geht über die Feststellung einer solchen Änderung aber nicht hinaus. Als Funktion liegt der Ausweis einer ‚bedeutenden Entwicklung‘ (C) nahe, da diese dann aber nicht näher erläutert wird, kann sie von den SchülerInnen nur schwerlich als ‚bedeutend‘ wahrgenommen werden. Mit der historischen Information ist ein Anlass für die Auseinandersetzung mit bestimmten fachinhaltlichen Wissenselementen gegeben, was auf eine motivierende Funktion im Rahmen der Vermittlung fachlicher Inhalte (A) hinweist. Die Motivation könnte auch in der Abwechslung begründet sein, die diese Sätze gegenüber dem übrigen, fachinhaltlichen Text bieten.

T2 Diese Verweise datieren Ereignisse, benennen AkteurInnen und kennzeichnen damit ein Geschehen als distinktes, singuläres Ereignis. Sie könnten ebenfalls dazu dienen ‚bedeutende Entwicklungen‘ (C) in den Blick zu nehmen. Nicht jeder der bis zu 140 Belege je Werk dürfte jedoch so zentral sein, dass sich die SchülerInnen die Namen der historischen AkteurInnen, sowie gegebenenfalls deren Leistungen und Lebensdaten merken sollten. Naheliegender ist eine unterstützende Funktion beim Erlernen von Methoden und Konzepten (A), da diese aufgrund ihrer Zuordenbarkeit zu Namen oder Zeiten gegebenenfalls leichter memorierbar sind (vgl. S. 66 der vorliegenden Arbeit). Parallel kommt

auch für Verweise dieses Typs daher eine ähnlich orientierte, motivierende und damit lernunterstützende Funktion in Frage, gegebenenfalls über eine ‚Auflockerung‘ des Textes.

T3 Schon aufgrund ihrer Dichte und Komplexität sind diese Formen für die Übernahme bestimmter Funktionen prädestiniert. Jeder T3-Verweis unterstützt das Erlernen fachlicher Inhalte (A) und/oder ist eigener Inhalt als ‚Geschichte an sich‘ (C). Insbesondere motivationale Aspekte spielen bei T3-Verweisen eine zentrale Rolle, nicht nur weil längere historische Texte sehr deutlich der ‚Auflockerung‘ dienen. Häufig stellen historische Passagen die Einführung zu einem größeren Stoffgebiet dar oder vermitteln Lehrplaninhalte anhand der Arbeiten historischer AkteurInnen. So werden etwa mithilfe der Darstellung von Mendels Forschungen in jedem untersuchten Werk die Konzepte und Methoden der klassischen Genetik eingeführt. Eine Orientierung auf ‚Geschichte an sich‘ lässt sich aus der Intensität historischer Repräsentation in vielen längeren Verweisen ableiten, die keine offensichtlich fachinhaltliche Funktion haben; insbesondere die Geschichte der Evolutionstheorie besitzt in jedem Werk einen besonderen Stellenwert als ‚bedeutende Entwicklung‘, hat als Lehrplaninhalt zudem fachliche Relevanz und wird entsprechend diskutiert (vgl. auch Kap. 6.2.3).

Andere Funktionen als die bisher genannten lassen sich zusätzlich an rund 12% der Verweise nachweisen. Mit der Geschichte des Penicillins (Natura G: 177) etwa kann der Kontext von Forschung (G) über die Verbindung mit anderen Disziplinen und gesellschaftlichen Entwicklungen aufgezeigt werden. Die Forschung an Biomembranen hingegen kann dazu dienen, einen zentralen „nature of science“-Aspekt (D) – die Rolle von Modellen – zu verdeutlichen (Cornelsen SII: 43). Sehr selten wird die Funktion der Humanisierung (F) bedient, etwa in einer Geschichte zum Fossilfund „Lucy“ und seiner Benennung nach dem Lied „Lucy in the Sky with Diamonds“ der Beatles, das die EntdeckerInnen während der Grabung hörten (Erlebnis R 3:180). Insgesamt lassen nur fünf T3-Verweise Rückschlüsse auf Emotionen, Interessen oder ähnliche affektive Momente historischer AkteurInnen zu. In keinem Fall dient Geschichte dazu, das individuelle Denken der Schüler und Schülerinnen in Beziehung zu historischen Ideen zu setzen (B). Auch explizite Kritik an wissenschaftlichem Dogmatismus bzw. Szientismus (E) sind keine nachweisbare Funktion von Geschichte im Schulbuch.

SoV Als Teil von Anmerkungen in den Marginalien, aber auch Aufgaben, Einleitungen und Zusammenfassungen haben diese Verweise ergänzenden Charakter gegenüber den

ausführlichen Darstellungen im Haupttext. Es dominieren daher wie bei T3-Verweisen die Begleitung fachwissenschaftlicher Inhalte (A) und die Vermittlung von Biologiegeschichte ‚an sich‘ (C), was in besonderem Maße für die seltenen Chronologien im Sample zutrifft. Andere Funktionen werden nicht in erkennbarer Weise übernommen, sieht man von einigen NOS-Bezügen (D) in Linder SII ab (vgl. S. 143 der vorliegenden Arbeit).

6.2.3 Geschichte als *Thema* in Schulbüchern

Im Folgenden wird näher auf die beiden am häufigsten anzutreffenden Funktionen eingegangen – die Unterstützung fachinhaltlicher Bildung durch Geschichte und die Vermittlung von ‚Geschichte an sich‘. Dazu erfolgt eine Rahmung mithilfe kultusministerieller Vorgaben und insbesondere den Thüringer Lehrplänen für Gymnasium und Regelschule, die obligatorische Einsatzfelder von Wissenschaftsgeschichte für die untersuchten Werke festlegen.

Während die „Einheitlichen Prüfungsanforderungen Biologie“ (Kultusministerkonferenz (KMK) 2004b) für die Abiturprüfung und die „Bildungsstandards im Fach Biologie“ (Kultusministerkonferenz (KMK) 2004a) Wissenschaftsgeschichte nur im Rahmen der Einleitung erwähnen, gehen die beiden derzeit noch gültigen Thüringer Lehrpläne für Biologie (Thüringer Kultusministerium 1999a,b) aus dem Jahre 1999 explizit darauf ein.¹¹⁹ Zwar taucht Wissenschaftsgeschichte als zentrales Thema innerhalb des allgemeinen Teiles beider Lehrpläne nur als Mittel der Unterrichtsgestaltung auf,¹²⁰ im inhaltlichen Teil gehört sie dann jedoch zum Lehrstoff. Obligatorisch ist eine Auseinandersetzung mit Biologiegeschichte in den Klassenstufen 7 bis 10 (bzw. 12) in mehreren Fällen:

1. in Klassenstufe 7 mit der Mikroskopie zu Beginn des Stoffgebietes Zellen unter einem Schwerpunkt auf technischen Entwicklungen sowie zusätzlich am Gymnasium wesentlichen historischen Akteuren (Thüringer Kultusministerium 1999b: 20; Thüringer Kultusministerium 1999a: 21) sowie

¹¹⁹Mit der Neuentwicklung der Thüringer Lehrpläne und deren Orientierung am Kompetenzmodell werden die biologiegeschichtlichen Hinweise drastisch reduziert. Im lehrplanergänzenden Übergangsdokument „Ziele und inhaltliche Orientierungen für die Qualifikationsphase der gymnasialen Sekundarstufe II im Fach Biologie“ (Thüringer Kultusministerium 2009b) werden als potentielle biologiegeschichtliche Inhalte nur noch Darwin, Lamarck und Miller namentlich erwähnt, explizit als historische Gegenstände sind sie aber nicht ausgewiesen (21). Die im Jahre 2011 veröffentlichten Erprobungsfassungen für die Klassenstufen 7 und 8 (Thüringer Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur 2011b,c) enthalten keinerlei historische Hinweise mehr.

¹²⁰Wörtlich heißt es: „Anknüpfung an historische Gegebenheiten, Ereignisse, Traditionen“ (Thüringer Kultusministerium 1999a,b: 6).

2. in Klassenstufe 10 zu Beginn des Stoffgebietes „Abstammungslehre“ bzw. „Evolution“ mit einem Schwerpunkt auf Charles Darwin als Begründer der „wissenschaftlichen Abstammungslehre“ und älteren, auch mythischen und religiösen Konzepten zur Entwicklung des Lebens. Am Gymnasium soll zusätzlich auf die Leistungen Ernst Haeckels, die Entwicklung hin zur synthetischen Theorie sowie Wechselwirkungen mit Gesellschaft und Nachbardisziplinen eingegangen werden. Auch in der Sekundarstufe II sind Darwin, Haeckel und zudem Jean Baptiste de Lamarck zu behandeln. Es wird darüber hinaus die Analyse und Interpretation von Originaltexten gefordert (Thüringer Kultusministerium 1999b: 35; Thüringer Kultusministerium 1999a: 37).
3. Nur am Gymnasium sind die „Leistungen“ von Louis Pasteur und Robert Koch (Klassenstufe 7) sowie Karl Landsteiner (Klassenstufe 8) zu thematisieren (ebd.: 23, 25), im Regelschullehrplan finden sich diese Namen nicht.
4. Ebenfalls nur am Gymnasium ist die Auseinandersetzung mit den Arbeiten Mendels explizit Lehrplangegegenstand. An der Regelschule wird Mendel nur im Terminus „Mendel’sche Regeln“ (Klassenstufe 9 und 10) eingeführt (Thüringer Kultusministerium 1999b: 28, 34; Thüringer Kultusministerium 1999a: 36).
5. Die Namen historischer Akteure sind im Zusammenhang mit Forschungsleistungen am Gymnasium auch in den Fällen von Watson und Crick sowie Jacob und Monod mit den nach ihnen benannten Modellen (Klassenstufe 10 bzw. SII) sowie Stanley Millers mit dem gleichnamigen Experiment (S II) zur Lebensentstehung einzuführen (ebd.: 35, 42, 60).

Da im Allgemeinen innerhalb ministerieller Vorgaben Wissenschaftsgeschichte eine sehr untergeordnete Rolle spielt, ist die vorgefundene, geringe Anzahl an Verweisthemen kaum überraschend. Es werden an mehreren Stellen aber neben der Unterstützung beim Lernen von Fachinhalten bestimmte Funktionen historischer Verweise sichtbar: die Vermittlung von Geschichte ‚an sich‘ und der Kontexte von Wissenschaft. Diese werden teilweise auch in den untersuchten Werken aufgegriffen, wie die folgende Analyse auf diese Themenkomplexe hin zeigen wird.

Zu 1. Die Werke des Samples gehen jeweils im ersten fachinhaltlichen Kapitel und meist über eine Seite hinweg und damit im Rahmen von T3-Verweisen auf die Geschichte der Zelltheorie ein. Dabei werden deren technischen Bedingungen (Mikroskopentwick-

lung) und zentrale historische Akteure (meist Hooke, Leeuwenhoek, Schwann, Schleiden, Virchow) nebst ihrer Leistungen benannt. Nur in Erlebnis R 2 und Natura SII ist keine Geschichte der Mikroskopie vorhanden. In mehreren Werken sind die T3-Verweise um didaktisch auffällige SoV ergänzt: Aufgaben (Bio VuW R 2: 19; Duden SII: 105; Cornelsen SII: 55), Chronologien (Netzwerk G 2: 21; Bio heute SII: 8; Duden SII: 74) und Erwähnungen in Zusammenfassungen (Bio Plus G 2: 36; Bio heute SII: 44; Linder SII: 46; Cornelsen SII: 35, 59).

Zu 2. Geschichte ist in Kapiteln zur Evolutionstheorie in allen Werken des Samples sehr präsent. Es finden sich jeweils mehrere T3-Verweise; auf mindestens einer Seite wird in jedem Werk die Entwicklung der Evolutionstheorie bis Darwin nachgezeichnet, welcher durchgängig im Zentrum steht. Darüber hinaus ist die Erläuterung des Konzepts Lamarcks obligatorisch, aber auch antike Vorstellungen und George Cuviers Katastrophentheorie finden regelmäßig Eingang in die entsprechenden Teilkapitel. Gesellschaftliche und insbesondere religiöse Kontexte werden in mehreren Werken angesprochen (Natura G: 342 f.; Bio Plus G 2: 33; Duden SII: 358 ff.; Cornelsen SII: 246 f.), die Wechselwirkungen mit Nachbardisziplinen (bis hin zur Physik) hingegen nur in den Darstellungen in Linder SII (438 ff.) und Duden SII (358 ff.). Ebenfalls in den Kapiteln zur Evolutionsbiologie finden sich in allen Werken Verweise zu Ernst Haeckel. Als Lehrplanthema wird er in fünf der Werke (Natura G: 343; Duden R/G: 519; Bio VuW R 3: 165; Bio heute SII: 387; Linder SII: 464) in einer eigenen T3-Passage behandelt. Trotz ihrer zentralen ausführlichen Behandlung im Schulbuchtext ist die Geschichte der Evolutionstheorie eher selten Teil von Aufgabenstellungen (Bio heute SII: 438, 440; Cornelsen SII: 295) oder Kapitelzusammenfassungen (Duden R/G: 541; Duden SII: 368; Bio heute SII: 442 f.).

Zu 3. Pasteur und Koch sind in den meisten Werken (Ausnahmen: Natura SII; Bio heute SII; in Linder SII nur Koch) und teilweise im Rahmen von T3-Darstellungen (Erlebnis R 2: 143; Netzwerk G 2: 56; Natura G: 176; Bio Plus G 2: 28; Duden SII: 341) vertreten. Ähnlich häufig findet man Erläuterungen zu Landsteiners Entdeckung der Blutgruppen (Ausnahmen: Duden SII, Linder SII, Erlebnis R 2/3), in zwei Werken im Rahmen von T3-Passagen (Duden R/G: 127; Netzwerk G 2: 96/Netzwerk G 3: 149).

Zu 4. Mendel als weiteres lehrplanrelevantes Thema (am Gymnasium) spielt in allen Werken – auch denen für die Regelschule – eine bedeutende Rolle. Die Beschreibung

seiner Arbeitsschritte in den Kreuzungsexperimenten führt fast durchgängig auch seine Methodik und die von ihm entwickelten Regeln ein. Einzig in den Sekundarstufe II-Werken Duden SII (275 ff.) und Cornelsen SII (172 f.) werden die Regeln abstrakt vorgestellt, es findet sich zudem zwar eine Beschreibung seiner Methodik, nicht aber der historischen Versuche. Biographische Darstellungen zu Mendel, gelegentlich auch in speziellen Boxen, finden sich in mehr als der Hälfte der untersuchten Werke (z. B. Natura G: 308, Bio VuW 3: 129).

Zu 5. Watson und Crick als Urheber des klassischen DNA-Modells werden in praktisch jedem Schulbuch (Ausnahme: Erlebnis R 2/3) namentlich erwähnt. In nur vier der Werke handelt es sich dabei jedoch um T3-Verweise, die ihre Arbeit beschreiben oder in einen disziplinären Kontext stellen (Duden R/G: 440 f.; Natura SII: 112; Duden SII: 252; Cornelsen SII: 145). In einem weiteren Fall (Bio VuW R 3: 125) erfolgt diese Art der Kontextualisierung ohne die Nennung von Namen beteiligter Forscher und damit höchst abstrakt; die Namen stehen dort in einer Marginalie am Rand der Seite. Jacob und Monod hingegen werden in allen Schulbüchern für die Sekundarstufe II in T2-Verweisen als Entwickler des OPERON-Modells genannt, für dessen Erläuterung sie keine weitere Rolle spielen. Ähnlich verhält es sich mit Miller, dessen Versuch in ausnahmslos allen Schulbüchern des Samples dargestellt wird. In einem Fall erfolgt dies in einer eigenständigen Darstellung des T3 (Duden R/G: 503).

Verweise ohne Lehrplanbezug Auch abzüglich der ausführlichen Schulbuchgeschichten um Zelltheorie, Mendel-Genetik und Evolution sowie den weiteren im Lehrplan genannten historischen Akteuren verbleibt eine ungeheure Fülle historischer Verweise über alle Stoffgebiete hinweg. Regelmäßigkeiten lassen sich dabei vor allem unter den komplexeren T3-Verweisen ausmachen, die der Übersichtlichkeit halber gelistet werden. Häufige Themen sind:

- die Entdeckung des Penicillins durch Alexander Fleming (Netzwerk G 2: 68; Natura G: 177; Bio Plus G 2: 53; Bio VuW 2: 11)
- Edward Jenners Versuche zur Immunisierung (Netzwerk G 2: 115; Duden G/R: 253; Bio VuW R 2: 67; Natura SII: 199; Duden SII: 341; Cornelsen SII: 237)
- der Begründer der Drosophila-Forschung Thomas Hunt Morgan (Erlebnis R 3: 121; Netzwerk G 3: 138; Bio heute SII: 127 ff.; Natura SII: 144 ff.; Cornelsen SII: 176)

- der Verhaltensforscher Konrad Lorenz (Netzwerk G 2: 207; Bio VuW R 2: 152; Bio heute SII: u.a. 346, 350; Linder SII: 263; Natura SII: 274; Duden SII: 465)

In der Sekundarstufe II ist es vor allem die historische Genetik, die besondere Aufmerksamkeit im Rahmen von T3-Verweisen erhält:

- die Wiederentdeckung der Mendelschen Regeln durch Hugo De Vries, Carl Correns und Erich von Tschermak (Ausnahme: Natura SII)
- die Entwicklung der Chromosomentheorie durch Theodor Boveri und Walter Sutton (Bio heute SII: 125; Linder SII: 315; Duden SII: 278; Cornelsen SII: 174)
- die Versuche von Oswald Avery und Frederick Griffith (Bio heute SII: 138; Linder SII: 340; Natura SII: 110; Duden SII: 252; Cornelsen SII: 143).

In der Verhaltensbiologie werden neben Lorenz häufig auch die Forschungen von Nikolaas Tinbergen oder Karl von Frisch angesprochen, nur selten tauchen weitere Akteure wie Pawlow oder Skinner auf (Bio heute SII: 340; Natura SII: 286). Über alle Klassenstufen hinweg lassen sich historische Repräsentationen finden, die aufgrund atypischen Umfangs oder Themas aus dem Rahmen fallen. Dazu gehören die T3-Verweise zur Schimpansenforscherin Jane Goodall in den Werken aus dem Schrödel-Verlag (Erlebnis R 2: 190; Netzwerk G 2: 206; Bio heute SII: 359), zu Richard Owen als Namensgeber der „Dinosaurier“ in Bio VuW R 3 (183), den Arbeiten des Hirnforschers Harvey Cushing in Natura SII (252) oder zur Entwicklung des Genbegriffs in Linder SII (364). Generell konzentrieren sich die T3-Verweise auf die Stoffgebiete Genetik (bis hin zur Gentechnik) und Abstammungslehre, dort finden sich zusammengekommen etwa 60 % aller historischen Verweise aller untersuchten Werke. Diese Themen haben aber auch und gerade in der Sekundarstufe II einen großen Anteil am Lehrplan, obgleich auch in der Sekundarstufe I viele historische Verweise über alle Typen hinweg in den entsprechenden Kapiteln vertreten sind.¹²¹

Weder in funktionaler noch didaktisch-struktureller Hinsicht sind diese nicht-lehrplan-relevanten Repräsentationen der Biologiegeschichte von den oben genannten zu unterscheiden. Sieht man von dem weniger zuverlässigen Auftauchen in den einzelnen Werken und teilweise geringerem Umfang ab, so teilen alle Verweise die in Kapitel 6.2 erläuterten Eigenschaften: Die Übernahme der dort aufgewiesenen Funktionen ebenso wie die verschiedenen Merkmale der Einbettung in das Schulbuch. Einzig im Fall der SoV ist

¹²¹Beispielsweise finden sich in Bio Plus G 2/3 20 der insgesamt 37 historischen Verweise in den Kapiteln zu Genetik und Evolutionstheorie, in Netzwerk G 2/3 26 von 48, in Bio VuW R 2/3 30 von 52.

der Anteil nicht-lehrplanrelevanter Verweise geringer als bei den lehrplanobligatorischen, da die entsprechenden Inhalte seltener insbesondere in abschließenden Aufgaben oder Kapitelzusammenfassungen aufgegriffen werden. Auffällig ist außerdem, dass es trotz unterschiedlichen Stellenwertes im Lehrplan keine erkennbaren Unterschiede zwischen Werken für Regelschule und Gymnasium gibt. Zwar treten in Erlebnis R 2/3 weniger historische Verweise auf als in Netzwerk G 2/3 aus dem gleichen Verlag, im Falle von Bio VuW R 2/3 und Bio Plus G 2/3 ist das Verhältnis aber genau umgekehrt. Gleichzeitig ist gerade in Regelschulwerken auch dann Geschichte in T3-Verweisen präsent, wenn die entsprechenden Inhalte eigentlich nur im Gymnasiallehrplan gefordert werden.

6.2.4 Werke und Verlage - Gemeinsamkeiten und Unterschiede

Obgleich die formalen und didaktischen Merkmale der historischen Verweise über alle Werke hinweg auffällig stabil sind, bestehen gewisse Unterschiede zwischen einzelnen Büchern. Einige Werke weisen etwa besondere Rubriken für historische Inhalte auf, für andere geben die Begleitmaterialien spezifische Hinweise zum Einsatz von Geschichte. Im Folgenden wird deshalb jedes Schulbuch nebst seinen Begleitmaterialien als Text-Kontext historischer Verweise in den Blick genommen. Es wird damit möglich, den Status von Geschichte in den einzelnen Werken näher zu bestimmen, was in bisherigen Analysen historischer Verweise in Schulbüchern gänzlich unberücksichtigt blieb (vgl. Kap. 5.2.1). Da die konkrete Ausgestaltung von Schulbüchern im Wesentlichen von ihren Verlagen bestimmt wird, sind die Werke im Folgenden entsprechend gruppiert worden.

Cornelsen Die beiden berücksichtigten Werke für die Sekundarstufe I aus dem Cornelsen-Verlag, Bio Plus G 2/3 und Bio VuW R 2/3, besitzen ein identisches, einspaltiges Layout, jeweils ein Drittel der Seitenbreite ist für Marginalien reserviert. Beide Werke ähneln sich in der Verteilung der Typen historischer Verweise, das Regelschulwerk weist allerdings eine größere Gesamtzahl auf und besitzt zugleich die zweithöchste Dichte historischer Verweise in Sekundarstufe I-Bänden. Ein längerer T3-Verweis zur Photosyntheseforschung findet sich identisch in beiden Werken (Bio VuW R 3: 36; Bio Plus G 3: 133), drei ausführliche T3-Passagen zur Entwicklung der Evolutionstheorie bis Darwin, zu Darwin selbst und zu Haeckel sind nur im Regelschulwerk Bio VuW R 3 (160f, 162 f., 165) vorhanden, obgleich entsprechend dem Lehrplan diese auch für das Gymnasium vorgesehen wären. In Bio VuW R 2/3 befindet sich ein Fünftel aller historischen Verweise in der Rubrik

„Schon gewusst?“ am Rand der Seiten und ist damit deutlich als fakultative Information ausgewiesen, in Bio Plus G 2/3 ist diese Rubrik auch vorhanden, wird allerdings nur in drei Fällen und nur in Bio Plus G 3 für historische Verweise genutzt. Zu beiden Werken werden drei Arbeitshefte im Oktavformat mit einem Umfang von 16 bis 52 Seiten vertrieben, in deren Aufgabentexten sich jeweils maximal vier historische Verweise nachweisen lassen; mit einem historischen Verweis alle 50 Seiten (Bio VuW R 2/3 LM + AH; 17 auf 303 S.) ist hier die Geschichtsdichte die geringste unter den untersuchten Zusatzmaterialien. Die LehrerInnenmaterialien sprechen an einigen Stellen didaktische Funktionen schulbuchtypischer historischer Verweise an, was im Gesamtsample ausgesprochen selten ist. So weist der Begleitband zu Bio VuW R 3 darauf hin, dass die SchülerInnen an Mendel

„[...] eine Methode wissenschaftlichen Arbeitens kennen[lernen], die ohne größere technische Hilfsmittel, dafür aber mit sehr viel Überlegung, Sorgfalt und Ausdauer durchgeführt wurde.“ (Bio VuW R 3 LM: 51)

Im LehrerInnenband zu Bio Plus G 3 findet sich eine längere Ausführung darüber, dass die Darstellung der Genetik nicht zwingend der historischen Entwicklung folgen sollte, weil damit der systematische Zusammenhang zwischen klassischer Genetik und Molekulargenetik verloren gehen kann (Bio Plus G 3 LM: 70).

Im Sekundarstufe II-Werk des Hauses, Cornelsen SII, ist die Textmenge je Seite besonders groß. Eine Randspalte für Marginalien ist nicht vorhanden und alle historischen Verweise finden sich deshalb entweder im Haupttext oder in eingeschobenen, meist ein bis zweiseitigen, farbig unterlegten Kurz-Kapiteln („Material – Methode – Praxis“, „Biologie angewandt“). Das Buch weist mit 0,39 je Seite die höchste Dichte historischer Verweise auf, gleichzeitig werden hier aber auch die wenigsten historischen AkteurInnen (126) aller Werke für die Sekundarstufe II eingeführt. Auffällig ist außerdem ein im Vergleich zu allen anderen Werken bis zu drei Mal größerer Anteil an Verweisen des Typs 1.

In den zugehörigen „Handreichungen“ im A4-Ordner für die Lehrkraft finden sich auf Arbeitsblättern und in Klausuraufgaben etwa 60 historische Verweise auf 584 Seiten. Selten hat diese darin einen großen Stellenwert, dafür weisen einzelne fachdidaktische Teile historische Hinweise auf. An den Anfängen der Kapitel zu den Themen Genetik und Abstammungslehre finden sich neben Anregungen zu einer historischen Ausgestaltung des Unterrichts und -einstieges auch längere Ausführungen über die Rolle, die Geschichte dabei einnehmen kann (Cornelsen SII LM: 184, 279). So wird etwa die Lektüre von

Originalquellen in selbstständiger SchülerInnenarbeit unter Berücksichtigung der historischen Bedingungen empfohlen. Auch ein zentraler Aspekt der Stofforganisation wird wie in Bio Plus G 3 LM angesprochen, nämlich dass die Genetik nicht chronologisch, sondern ausgehend von der Molekularbiologie behandelt werden sollte, sich aber für die Themenkomplexe Mendel und Morgan ein Unterrichtsgang parallel zur Geschichte anböte (Cornelsen SII LM: 203). Daneben finden sich in Einzelfällen Literaturhinweise zur gesamten Biologiegeschichte bzw. der Geschichte der Abstammungslehre (Cornelsen SII LM: 20, 280) sowie historisch ausgerichtete „Anregungen für selbstständige Arbeiten der Schülerinnen und Schüler“ zur Biologie allgemein, der Genetik und Evolution (Cornelsen SII LM: 20, 205, 282). In den LehrerInnenmaterialien keines anderen Verlages wird Geschichte in der hier vorgefundenen Vielzahl und Ausführlichkeit didaktisch aufbereitet.

Duden Aus dem Duden-Verlag stammt das einzige für Regelschule und Gymnasium gleichermaßen zugelassene Schulbuch des Samples. Während dieses zweispaltig aufgebaut ist, verfügt das Schulbuch Duden SII über nur eine Textspalte, die allerdings von vielen Marginalien begleitet wird. In Duden R/G befinden sich drei Viertel der T3-Passagen in der visuell vom Haupttext abgehobenen Rubrik „Mosaik“ mit ergänzendem, vertiefendem Inhalt. Im Werk für die Sekundarstufe II hingegen sind es nur drei von 20, weitere sechs kommen gleichzeitig im Haupttext und den Marginalien vor. In diesen befindet sich auch ein großer Teil der T2-Verweise, was sie als zusätzliche, fakultative Information ausweist (vgl. S. 122 der vorliegenden Arbeit). In beiden Werken werden sehr viele historische AkteurInnen eingeführt (53 in Duden R/G, ganze 274 in Duden SII). Auch die umfangreichste Darstellung des Samples findet sich in Duden SII (16 ff.): Eine neunseitige Darstellung der gesamten Biologiegeschichte am Anfang des Werkes. Es beginnt damit ganz im Sinne Kuhns (vgl. S. 34 der vorliegenden Arbeit) mit einer geschichtlichen Einbettung des Lehrstoffes, ist damit aber eine Ausnahme unter den untersuchten Schulbüchern.

Während das LehrerInnenmaterial zu Duden R/G nur Lösungen der Aufgaben im SchülerInnenband als Zusatzmaterial und damit praktisch keine historischen Verweise enthält, finden sich im entsprechenden Material zu Duden SII ca. 50 historische Verweise auf 160 Seiten, darunter zwei weitere Chronologien (zur Mikroskopie und der Kulturentwicklung, Duden SII LM: 11 f. bzw. 87 ff.), Hinweise auf insgesamt 102 (!) Biographien (z. B. zur Mikroskopie: Duden SII LM: 12) und zwölf ausführliche historische Darstellungen zur gesamten Biologiegeschichte auf der Begleit-CD sowie ergänzende Darstellungen des

T2 und T3 (insbes. zu alternativen Evolutionstheorien: Duden SII LM: 75 f.). Dieses Material bietet Lehrkräften wie SchülerInnen damit viele weiterführende Informationen; fachdidaktische Erläuterungen zur Biologiegeschichte sind allerdings nicht nachweisbar. Während im Werk für die Sekundarstufe I, Duden R/G, der Umgang mit Geschichte keine spezifischen Merkmale aufweist, ist Duden SII in auffälliger Weise davon geprägt. Neben einer sehr umfangreichen biologiehistorischen Einleitung und den zahllosen Verweisen im Werk selbst, findet sich im LehrerInnenmaterial eine große Dichte geschichtlicher Inhalte. Diese wird aber anders als in Cornelsen SII nur beigelegt, eine didaktische Unterstützung des Lehrers bzw. der Lehrerin findet nicht statt.

Klett Die beiden Natura-Werke aus dem Klett-Verlag weisen ebenfalls ein beinahe identisches, zweiseitiges Layout auf. Es lässt Raum für Marginalien, die aber nicht für eigenständige historische Inhalte genutzt werden, sondern nur begleitende Abbildungen enthalten. Auch die Werke aus dem Klett-Verlag führen sehr viele AkteurInnen ein (58 in Natura G, 186 in Natura SII). Natura G weist zudem sowohl absolut als auch relativ zur Seitenzahl die meisten historischen Verweise unter den Sekundarstufe I-Schulbüchern auf. Im Werk für die Sekundarstufe II findet sich im Genetik-Kapitel eine der wenigen Chronologien im Sample, die hier doppelseitig und damit besonders umfangreich ausgeführt ist (Natura SII: 160 f.). Darüber hinaus sind die historischen Repräsentationen in beiden Werken kaum auffällig.

Die jeweils zwei LehrerInnenbände der Werke sowohl für Sekundarstufe I und II stellen sehr viel historisches Zusatzmaterial zur Verfügung (74 bzw. 162 historische Verweise auf insgesamt 430 bzw. 512 Seiten). In allen Begleitbänden finden sich einige Arbeitsblätter vorrangig historischen Inhaltes, etwa zum Nachbau des Leeuwenhoek-Mikroskops, zu van Helmonts Versuch, Mendel (in Form eines Hörspiels) und Evolutionskonzepten bis Darwin (Natura G LM A: 7, 79; Natura G LM B: 153, 221). Daneben sind in den Materialien für die Sekundarstufe I ausführliche T3-Verweise vorhanden, unter anderem zur Mikroskopiegeschichte, Systematik, Vererbungslehre vor und nach Mendel und eine Biographie Darwins (Natura G LM A: 6, 186; Natura G LM B: 152, 220). Didaktische Hinweise zur Geschichte fehlen, aber über die T3-Verweise erhält die Lehrkraft zahlreiche Hintergrundinformationen.

Deutlich größer ist die Dichte auffälliger historischer Verweise im LehrerInnenmaterial für die Sekundarstufe II. Hier sind neben Chronologien zur Zellbiologie, Enzymforschung und Biotechnologie (Natura SII LM A: 16, 56, 64) sowie ausführlichen T3-Passagen zu

Thomas Hunt Morgan, der Virologie und Instinktlehre (Natura SII LM A: 160, 164; Natura SII LM B: 64) vor allem sehr viele Arbeitsblätter vorhanden, in welchen auf unterschiedliche Art Geschichte thematisiert wird. Die historische Vielfalt auf den Arbeitsblättern reicht von einfachen Schilderungen historischer Versuche, deren Aufgaben Forschungsprozess und Ergebnisinterpretation behandeln (z.B. Natura SII LM A: 115, 125, 161) bis zur Auseinandersetzung mit komplexen Darstellungen historischer Forschungsprozesse wie der Kontroverse zwischen Golgi und Cajal (Natura SII LM B: 9) oder dem Lyssenkoismus als Beispiel für Pseudowissenschaft (Natura SII LM B: 203). Besonders auffällig ist eine Reihe von Projektvorschlägen „Aus der Geschichte der Zellbiologie“, die unterschiedliche historische Themen – darunter auch die Frage, warum man überhaupt die Geschichte der Biologie im Unterricht behandelt – aufgreifen (Natura SII LM A: 36 f.). Solche Materialien für die Lehrkraft werden wie auch die Arbeitsblatt-Kopiervorlagen gelegentlich von Hinweisen auf wissenschaftshistorische Einführungsliteratur begleitet. Anders als in Duden SII ist damit in Natura SII Geschichte nicht nur Hintergrundinformation oder Teil eines anders ausgerichteten Aufgabentextes, sondern wird in großem Maße selbst zum Thema der Auseinandersetzung gemacht. Auch im Material für die Sekundarstufe II finden sich keine didaktischen Anmerkungen für die Lehrkraft, sondern nur gelegentliche Literaturhinweise. Die Dichte historischer Verweise im LehrerInnenmaterial ist mit durchschnittlich einem Verweis auf jeder dritten Seite (Natura SII LM A + B; 162 auf 512 S.) die höchste des Samples.

Schrödel Erlebnis R 2/3 und Netzwerk G 2/3 weisen das selbe, sehr flexible Layout auf, das aus einer Spalte mit Marginalien bzw. zwei oder drei Spalten ohne Marginalien besteht; in diesem Fall sind Abbildungen oder Aufgaben in die Spalten eingegliedert. In Netzwerk G 2/3 stehen fast die Hälfte aller historischen Verweise in Rubriken wie „Streifzug durch die Geschichte“, in Erlebnis R 2/3 etwa ein Viertel. Die Werke weisen eine weitestgehend identische Verteilung der vier Verweistypen auf, wobei Erlebnis R 2/3 sowohl absolut als auch relativ zur Seitenzahl mit 29 die wenigsten Verweise im Sample enthält und auch die wenigsten historischen AkteurInnen (21) einführt. Die Anzahl der Verweise in Netzwerk G 2/3 liegt mit einem etwa alle 10 Seiten im Mittelfeld der Sekundarstufe I, mehrere Verweise des T3 sind mit solchen aus Erlebnis R 2/3 identisch (z. B. Erlebnis R 2: 143 u. Netzwerk G 2: 56; Erlebnis R 3: 121 u. Netzwerk G 3: 138). Landsteiners Entdeckung der Blutgruppen wird überdies im Gymnasialwerk in beiden Bänden und völlig identisch wiedergegeben (Netzwerk G 2: 96; 3: 149).

Die analysierten Werke werden von jeweils zwei Arbeits- und Lösungsheften sowie LehrerInnenmaterialien begleitet, die alle in nur geringem Umfang (je max. 8 Verweise) auf Geschichte eingehen. Darunter finden sich in den „Materialien“ zu Erlebnis R 2/3 – einer Sammlung von Arbeitsblättern – ausführlichere historische Darstellungen, so ein Hooke-Zitat und zeitgenössische Mikroskope als Folienvorlage oder Chronologien zur Organtransplantation und der Entwicklung von Impfstoffen (Erlebnis R LM: 6, 149, 170).

Das Schulbuch Bio heute SII ist im Haupttext einheitlich zweispaltig ohne Marginalien, wobei die äußere Spalte oft für Abbildungen genutzt wird, auf Sonderseiten („Aufgaben“, „Exkurs“) hingegen dreispaltig, dort findet sich etwa ein Viertel aller historischen Verweise. Das Werk geht an verschiedenen Stellen besonders intensiv auf Biologiegeschichte ein; so findet sich darin als Aufgabe eine Analyse mehrerer längerer Zitate aus Mendels Originalveröffentlichung, eine dreispaltige Geschichte der Verhaltensbiologie, sowie zwei Seiten zur Geschichte Evolutionsbiologie, gefolgt von jeweils einseitigen „Exkursen“ zu Haeckel, Lamarck und Darwin (Bio heute SII: 124, 332 f., 374 f., 387, 398 f.). Ähnlich selten wie in den Materialien zu Erlebnis R 2/3 und Netzwerk G 2/3 ist Biologiegeschichte im Lösungsheft für die Aufgaben im SchülerInnenband zu Bio heute SII vertreten. Bis auf eine ungewöhnlich lange, detaillierte Auseinandersetzung mit Forschungen zu Schlüsselreizen (Bio heute SII LH: 76 ff.) enthält das Heft keine erwähnenswerten historischen Verweise.

Das zweite untersuchte Schulbuch aus dem Schrödel-Verlag, Linder SII, hat im Vergleich zu anderen Werken für die Sekundarstufe II und auch zu Bio heute SII ein kompaktes, zweispaltiges Layout ohne Marginalien und erinnert in dieser Hinsicht stark an Hochschullehrbücher.¹²² Abgesehen von „Zusammenfassungen“ und „Aufgaben“ ist ähnlich wie in Bio heute SII eine Rubrik „Exkurs“ vorhanden, die allerdings hier nur im Inhaltsverzeichnis benannt wird. Die entsprechenden Boxen selbst tragen nur den Titel des Themas. Darin findet sich ein Fünftel aller historischen Verweise; insgesamt weist das Werk sowohl absolut als auch relativ zur Seitenzahl die wenigsten historischen Verweise auf.

Das Material zu Linder SII geht anders als die übrigen Werke aus diesem Verlag sehr stark auf historische Inhalte ein. 62 Verweise lassen sich auf 296 Seiten des Arbeitsbuchs, weitere 73 Verweise auf den 466 Seiten der „Lernideen und Materialien“ für die Lehrkraft nachweisen. In vielen Aufgabenstellungen im Arbeitsbuch werden historische Forschungs-

¹²²Im Jahre 1948 begründet und inzwischen in der 23. Auflage ist es das traditionsreichste in Deutschland verlegte Biologieschulbuch.

prozesse beschrieben, welche von den Schülerinnen und Schülern auszuwerten sind – etwa die Versuche van Helmonts oder Griffiths Transformationsexperiment (Linder SII Arbeitsbuch: 21, 109). Im LehrerInnenmaterial finden sich Arbeitsblätter nebst Lösungen, die ausgesprochen häufig historische Versuche beschreiben, die von den SchülerInnen ausgewertet werden sollen. Vertraute, auch in Schulbüchern historisch behandelte Themen wie die Entwicklung von Membranmodellen oder Morgans Drosophila-Versuche tauchen dort ebenso auf, wie historische Versuche zum Nahrungserwerb durch Hummeln oder frühe Forschungen zur Duchenne Muskeldystrophie (Linder SII LM: 16, 321, 246 f. 324). Besonders auffällig sind drei Arbeitsblätter zur Geschichte der Evolutionstheorie, die sich den Konzepten von Cuvier, Lamarck und Darwin widmen (Linder SII LM: 403, 404, 405). Diese weisen ausgesprochen lange, in sehr kleiner Schrift gesetzte Zitate aus Werken dieser Forscher auf, ohne allerdings Quellenbelege zu führen. Didaktische Hinweise zum Einsatz von Biologiegeschichte finden sich nicht. Allerdings betont die häufigste Form historischer Bezüge in diesem Werk – Versuchsschilderung, begleitet von Aufgaben zu Methode und Ergebnisdiskussion – mehr als in jedem anderen Schulbuch des Samples das Einüben experimenteller Verfahrensweisen.

6.3 Geschichte im Schulbuch und „nature of science“

6.3.1 NOS-Understanding nach Wang

Innerhalb der Naturwissenschaftspädagogik, aber auch in bisherigen Analysen von Geschichte im Schulbuch spielt die „nature of science“ als zentraler Inhalt naturwissenschaftlicher Bildung eine wesentliche Rolle, weshalb hier gesondert darauf eingegangen wird. In einem ersten Schritt sollen die erhobenen historischen Verweise nach dem Framework von Wang analysiert werden, auch wenn dieser in der vorliegenden Arbeit kritisch diskutiert wurde (vgl. Kap. 5.2.1). Damit wird die Grundlage für einen Vergleich mit anderen Studien geschaffen; im Anschluss wird die Analyse mithilfe Cloughs formaler Unterscheidung verschiedener NOS-Typen ausgeweitet (vgl. Kap. 3.2.1). Im Zentrum steht damit nicht mehr Klassifikation und Anzahl von NOS-Aussagen, sondern deren jeweils spezifischer, NOS-bezogener Aussageinhalt.

Legt man Wangs NOS-Differenzierung historischer Verweise nach den Schwerpunkten Conceptual Understanding, Procedural Understanding und Contextual Understanding zugrunde, so bestätigen sich tendenziell die Befunde für amerikanische auch für

deutschsprachige Schulbücher. Der überwiegende Teil aller historischen Verweise – es handelt sich dabei um immerhin vier Fünftel – kann schon aufgrund seiner Form (T1 und T2) nur konzeptionell-inhaltlichen Interessen dienen. Zwar gehen T2-Verweise im Haupttext nicht selten in Verfahrensbeschreibungen über, bei diesen handelt es sich aber wiederum um fachwissenschaftliche, methodenbezogene Lerninhalte. Auch in den längeren und qualitativ andersartigen T3-Passagen im Sample beträgt der Anteil der konzeptionell-inhaltlichen Verweise etwa 75%. Nur etwa ein Viertel legt den Fokus auf naturwissenschaftliche Verfahren und damit prozedurale Aspekte. Die Spanne reicht darin vom Mischen verschiedener Blutproben und deren qualitativer Auswertung durch Landsteiner (z. B. Netzwerk G 2: 96) über Mendels aufwendige experimentelle und statistische Prozeduren (z. B. Natura G: 308 ff.) bis hin zu den deutlich theoretischeren Forschungsarbeiten von Lamarck und Darwin auf dem Weg zur Evolutionstheorie (z. B. Bio Plus G 2: 102 f.). Kontextuelle Aspekte bilden nie den Schwerpunkt historischer T3-Verweise, sondern tauchen vielmehr nur als Ergänzung zu konzeptionellen und prozeduralen Elementen auf. Eine Ausnahme bilden Biographien von WissenschaftlerInnen, die man durchaus als Kontext von Forschung begreifen könnte und die in etwa 10 % aller T3-Verweise über mehrere Sätze ausgeführt sind. Wie gezeigt wurde (vgl. Kap. 6.2.3), sind solche Daten in einigen Fällen (z.B. Darwin, Mendel) Lehrplaninhalt und damit fachspezifische Wissens Elemente. In den übrigen Fällen stehen sie als Einleitung vor einer Auseinandersetzung mit individuellen Forschungsarbeiten oder kommentieren diese, solche Forschungsarbeiten stellen dann wiederum konzeptionelle oder prozedurale Inhalte dar. Biographische Details haben daher in ihrem Textzusammenhang eine motivierende, vorrangig schulbuchdidaktische Funktion und lenken die Aufmerksamkeit auf die fachlichen Inhalte. Doch selbst unter Berücksichtigung dieses schwierig zu klassifizierenden kontextuell-biographischen Anteils sind konzeptionelle und prozedurale Verweise deutlich in der Überzahl.

Ähnliche Verhältnisse lassen sich auch für die SoV aufzeigen, auch wenn Wang viele davon gar nicht als „HOS units“ betrachten würde. Als meist ‚didaktische‘ Elemente dienen sie der Vermittlung biologischer Kenntnisse – und seien es auch solche über deren lehrplanrelevante ‚Geschichte an sich‘:

„Bereite einen Vortrag über das Leben und die Verdienste von ROBERT KOCH vor. Nutze dafür entsprechende Literatur und das Internet unter www.schuelerlexikon.de.“ (Duden R/G: 259)

SoV betonen gelegentlich aber auch prozedurale Aspekte, etwa experimentelle Verfahrensweisen. So ist im Zusammenhang mit der Entdeckung des genetischen Codes in Natura SII (121) in einer Zwischenüberschrift von „Vier Schlüsselexperimenten“ die Rede, die dann durchgängig im Präteritum geschildert werden und durch Aufgaben sowohl zur Versuchsdurchführung als auch der -auswertung ergänzt sind.

Einige SoV widmen sich kontextuellen Momenten – zumindest am Rande. Eine Aufgabe am Ende des Kapitels zur Zellbiologie in Duden SII (105) etwa lautet:

„Weisen Sie nach, dass der Erkenntnisfortschritt in der Zellbiologie in starkem Maße mit den zunehmenden technischen Möglichkeiten verbunden war und ist.“

Damit wird zwar Technik als Kontext von Forschung angesprochen, im Vordergrund steht jedoch die Veränderung von Verfahrensweisen. In ähnlicher Weise geht der „Exkurs Sozialdarwinismus“ in Bio heute SII (405) zwar auf dessen gesellschaftliche Ursachen ein. Diese Rahmung dient aber dann dazu, die Unterschiede zwischen Sozialdarwinismus und ‚wissenschaftlichem Darwinismus‘ aus fachwissenschaftlicher Perspektive heraus aufzuweisen.

Mit einer solchen Differenzierung verschiedener NOS-bezogener Verweistypen und der generellen Bestätigung der Ergebnisse Wangs und Narguizians – viele konzeptionelle, wenig prozedurale, praktisch keine kontextuellen Verweise (vgl. S. 78 der vorliegenden Arbeit) – ist aber noch nicht beschrieben, was in solchen Passagen über die „nature of science“ gesagt wird. Daher werden nun die NOS-Aussagen der Verweise in den Blick genommen.

6.3.2 „Explicit contextualized NOS instruction“

Nach Cloughs Differenzierung handelt es sich bei historischen Verweisen im Schulbuch immer dann um „explicit contextualized NOS instruction“, wenn darin Aspekte der „nature of science“ direkt angesprochen werden. Davon zu unterscheiden sind ihm zufolge historische Verweise, in denen die „nature of science“ nur indirekt („implicit“) Thema ist.¹²³

¹²³Daher meint „contextualized“ in diesem Zusammenhang auch nicht den ‚historischen Kontext‘ eines Fallbeispiels, sondern dieses Beispiel selbst, dass als ‚Kontext‘ für NOS-Aussagen dient (vgl. Kap. 3.2.1).

Für eine tiefergehende Analyse des NOS-Gehaltes historischer Verweise wurde daher weiter oben (vgl. S. 101 der vorliegenden Arbeit) vorgeschlagen, eine Liste von NOS-Aussagen zugrunde zu legen und die Verweise daraufhin zu prüfen. Eine solche Liste ist zwar immer selbst kontingent und deshalb in gewisser Weise unzuverlässig (vgl. S. 51 der vorliegenden Arbeit), liefert aber zumindest Ansatzpunkte für eine ‚explizite‘ Behandlung der „nature of science“ im Schulbuch.¹²⁴

Wendet man das Prinzip dieser Listen, nämlich die abstrakte Repräsentation bestimmter Momente wissenschaftlicher Forschung, konsequent auf das Sample an, dann ist das Ergebnis ausgesprochen ernüchternd. Nur in einem verschwindend kleinen Teil aller historischer Verweise über alle Werke hinweg lassen sich Stellen finden (ca. 30), die entsprechend der auf S. 51 der vorliegenden Arbeit wiedergegebenen Liste oder in ähnlicher Weise abstrakte Aussagen über die ‚Natur‘ wissenschaftlicher Forschung treffen. Besonders deutlich ist die abstrakte NOS-Aussage in Netzwerk G 2 (68) in der Einleitung zu einer Passage über Flemings Entdeckung des Penicillins:

„Große Entdeckungen werden oft durch Zufall gemacht.“

Damit ist eine explizite, verallgemeinernde Aussage über die „nature of science“ – nämlich die Anwesenheit und mögliche Funktion des Zufalls – getroffen worden. Eine vergleichbare Passage findet sich in Cornelsen SII (43) zum Abschluss einer chronologischen, fachinhaltlich orientierten Darstellung verschiedener historischer Biomembranmodelle:

„Jedes *naturwissenschaftliche Modell* stellt eine Annäherung an die Wirklichkeit dar. Es versucht möglichst viele *Beobachtungen* und bekannte Sachverhalte zu *erklären*. Außerdem ermöglicht es *Voraussagen*, an denen sich die weitere Forschung orientiert. Neue Befunde machen es häufig notwendig, das gültige Modell weiterzuentwickeln oder gar durch ein neues zu ersetzen.“

Eine eher soziale Konnotation der hierin deutlichen Prinzipien wissenschaftlichen Wandels findet sich in einer Passage in Duden SII (465), dort aber weniger abstrakt und nicht verallgemeinert:

„Als **Konrad Lorenz**, **Nikolaas Tinbergen** und **Karl von Frisch** im Jahr 1973 den Nobelpreis für ihre wissenschaftlichen Erkenntnisse bekamen,

¹²⁴Die zugrunde gelegte Liste wurde in Kapitel 3.2.1 bereits zitiert und diskutiert.

hatte sich die Verhaltensbiologie als eigenständige wissenschaftliche Teildisziplin etabliert. Die Forschung ging unaufhaltsam weiter, und die Kritiker (nicht selten ehemalige Schüler) der klassischen Ethologie modifizierten bereits die Hypothesen und Konzepte ihrer Gründerväter oder distanzierten sich sogar ganz und gar von deren Aussagen.“

Bei den drei angeführten Textbeispielen handelt es sich um jeweils einmalige Aussagen im Sample, die als „explicit contextualized NOS instruction“ an bestimmte Fallbeispiele gekoppelt sind. Unter diesen scheinen die Geschichte der Genetik und vor allem Gregor Mendel ein besonders geeignetes NOS-Thema zu sein, treten solche Bezüge hier doch regelmäßig auf. So lautet der einleitende Satz im dem Haupttext vorangestellten Absatz zum Genetik-Kapitel in *Natura G* (288):

„Bevor man begann, sich wissenschaftlich mit den Vererbungsvorgängen zu beschäftigen, herrschten höchst eigenartige Vorstellungen bezüglich des Erbgeschehens.“

Damit wird eine Unterscheidung zwischen früheren und späteren Zuständen vorgenommen, hier einem vorgeblich nichtwissenschaftlichen und einer jüngeren wissenschaftlichen. Mit dem angesprochenen ‚Beginn‘ sind die Arbeiten Mendels gemeint, die auch in anderen Werken von expliziten NOS-Aussagen begleitet werden. In *Linder SII* (322) wird an diesem Beispiel die Rolle von Mendels Forschungspraxis angesprochen:

„Dass die Wahl geeigneter Forschungsobjekte und Untersuchungsverfahren für die Erkenntnisgewinnung sehr wichtig ist, zeigen schon die Forschungen von MENDEL und MORGAN.“

In ähnlicher Weise beschreibt *Bio VuW R 2* (130) Mendels Methoden so:

„Die Grundsätze seiner Versuchsanordnung können noch heute als Musterbeispiel gelten: möglichste Vereinfachung der Fragestellung, Beschränkung auf nur wenige Erscheinungen, Variieren der Versuchsbedingungen, Durchführung von Kontrollversuchen.“¹²⁵

Besonders zahlreich sind NOS-bezogene Mendel-Verweise im Kapitel „Erkenntniswege der Biologie“ in *Linder SII* (514). Dort werden anhand Mendel unter anderem wissenschaftliche ‚Trends‘ angesprochen:

¹²⁵Diese methodischen Merkmale werden ebenfalls in *Duden SII* (275) abstrakt angesprochen.

„[Die Erkenntnisse sind] auch abhängig von der Interessenlage in der Wissenschaft. So wurden die MENDELSchen Regeln zunächst als unwichtig angesehen [...].“

Darüber hinaus dient Mendel in diesem Kapitel als Fallbeispiel für die Bildung und Prüfung von Hypothesen sowie die Gewinnung induktiver Schlüsse (Linder SII: 515 f.).

Diese letzten Beispiele finden sich in einem eigenständigen NOS-Kapitel in Linder SII (514 ff.) unter dem Titel „Erkenntniswege der Biologie“, ein zweites ist in Duden SII (27 ff.) nachweisbar („Denk- und Arbeitsweisen der Biologie“) – dort werden allerdings keine historische Verweise angeführt. Die abstrakte Schilderung konzeptioneller und prozeduraler NOS-Aspekte ist in Duden SII um kurze Kapitel über Nachbardisziplinen und das Verhältnis zu den Geisteswissenschaften (33 ff.) ergänzt. Die beiden NOS-Kapitel sind im Sample jeweils einmalige, komplexere Beschreibungsmuster für naturwissenschaftliche Forschungsprozesse, die im Haupttext der jeweiligen Werke keine Entsprechung finden. In der 23. Auflage von Linder SII (Bayrhuber, Hauber & Kull 2010), die inzwischen in Thüringen zugelassen ist (Thüringer Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur 2011a), ist hingegen eine Tendenz zur Formalisierung erkennbar. Darin ist das NOS-Kapitel (19 ff.) gegenüber der untersuchten 22. Auflage stark reduziert und stellt ein Normalverfahren dar, welches dann an verschiedenen Stellen im Buch an historischen Fallbeispielen nach dem Schema *Hypothese => Beobachtung/Durchführung => Ergebnisse => Diskussion* rekonstruiert wird. Dies findet jeweils in großen, ein oder zweispaltigen grün umrandeten Kästen unter dem Titel „Wie Wissen entsteht“ statt, so im Falle des „Mechanismus der DNA-Verdopplung“:

„MATTHEW MESELSON und FRANKLIN STAHL favorisierten die semikonservative Variante. Um diese Vermutung zu überprüfen, führten sie 1957 Experimente mit dem Bakterium *Escherichia coli* durch.“

Es schließt sich ein Satz unter der Überschrift „Hypothese“ an. Dann folgen längere Sektionen zu „Durchführung“, „Ergebnisse“ und „Diskussion“. Letztere schließt mit dem Satz ab:

„Damit bestätigten die Versuche die Hypothese.“ (Bayrhuber, Hauber & Kull 2010: 129)

In dieser Passage wird eine Beziehung zwischen systematischem NOS-Teil und historischem Beispiel hergestellt. Rekonstruiert wird aber das vorgeschlagene Modell, das eher

einem wissenschaftlichen Aufsatz als einem realen Forschungsprozess entspricht und zahlreiche NOS-Aspekte vernachlässigt.¹²⁶ Es wird konsequent ein epistemischer Rahmen nach einem im Buch beschriebenen Schema angesetzt; dieses allerdings steht in Widerspruch zum derzeitigen NOS-Konsens, der die Idee der ‚einen Methode, Wissenschaft zu betreiben‘ ablehnt (vgl. S. 51 der vorliegenden Arbeit).

Auch in anderen Einzelfällen widersprechen die vorgefundenen Aussagen elementaren wissenschaftsphilosophischen Standards, wie diese Belegstellen in Natura SII:

„Eine vielseitig bewährte Hypothese, zu der es nach dem gegenwärtigen Erkenntnisstand keine Alternative gibt, erhält den Rang einer *Theorie*. Sie ist so lange gültig, wie sie nicht durch Experimente widerlegt wird.“ (77)

„Bestätigt sich diese Hypothese wiederholt und in verschiedenen Zusammenhängen, dann sprechen immer mehr Wissenschaftler von einer Theorie.“ (410)

Diese Stellen zum Verhältnis von Hypothese und Theorie vermitteln einen klassischen ‚Mythos‘ über wissenschaftliche Forschungsprozesse, der unter anderem von Allchin (vgl. Kap. 4.3.2) ausführlich diskutiert wurde. Anders als in den eben zitierten Stellen behauptet, ist eine Theorie weder eine ‚stabile‘ Hypothese noch wurde sie durch Mehrheitsentscheidungen dazu. Vielmehr handelt es sich bei Theorien immer um konsistente Hypothesensysteme. Sie setzen sich also aus einer Vielzahl miteinander vereinbarer, systematisch zusammengeführter und bisher unwiderlegter Einzelaussagen zusammen.

Die Werke des Samples enthalten zwischen null und bestenfalls acht solcher explizit die „nature of science“ ansprechenden Verweise.¹²⁷ Diese können aufgrund ihrer geringen Dichte weder der Rekonstruktion einer bestimmten buch-, verlags- oder schulstufenspezifischen NOS-Perspektive dienen, noch erlauben sie den Abgleich mit einer konsensuellen Vorstellung wie der oben genannten Liste. Eine explizite „nature of science“-Konzeption ist daher in keinem der untersuchten Schulbücher erkennbar, Einzelaussagen stehen gelegentlich sogar im Widerspruch zum NOS-Konsens.

¹²⁶Vgl. auch das neue Schrödel-Buch „Biologie heute SII“, das in ähnlicher Weise vorgeht, Paul (z. B. 2004: 95).

¹²⁷Diese Höchstzahl findet sich in Linder SII und resultiert aus dem erwähnten eigenständigen NOS-Kapitel.

6.3.3 „Implicit NOS instruction“

Während die bisherigen Ausführungen den Schluss nahelegen, ein Schulbuch sei praktisch frei von Aussagen über das ‚Wesen‘ naturwissenschaftlicher Forschung, ist eigentlich nur nachgewiesen worden, dass dieser Inhalt im Schulbuch nur selten abstrakt formuliert wird. Clough unterscheidet solche expliziten Formen von impliziten, was eine weitere Vertiefung der Analyse erlaubt (vgl. S. 53 f. der vorliegenden Arbeit). Implizite Formen sind ihm zufolge für den Unterricht zwar ungeeignet, dies spricht aber nicht gegen ihre Anwesenheit in aktuellen Schulbüchern. Wiederum wird hier das Prinzip einer abstrakten NOS-Aussageliste zugrunde gelegt, um entsprechende Zuschreibungen an den einzelnen historischen Verweisen vornehmen zu können.

Vor diesem Hintergrund werden mehrere implizite NOS-Schwerpunkte sichtbar, so insbesondere in Teilkapiteln zur Entwicklung der Mikroskopie. In mehreren Werken wird dort darauf hingewiesen, dass technologische Fortschritte eine Voraussetzung für wissenschaftliche darstellen. In Duden R/G (13) ist von einer ständigen Verbesserung der noch unscharf abbildenden ersten Mikroskope die Rede;

„[m]it einem solchen verbesserten Gerät gelang ROBERT HOOKE (1635-1703) im Jahr 1665 die Entdeckung der Zelle“.

Weitere Verbesserungen schließen sich in dieser Erzählung an und führen bis zur Vergrößerungsgrenze des Lichtmikroskops.

„Daher wurde über andere Möglichkeiten nachgedacht. Das Ergebnis war das **Elektronenmikroskop**. [...] Damit war es z. B. möglich, den Aufbau von feinsten Strukturen der Lebewesen und Viren erstmals zu erkennen.“

Eine ähnliche Passage findet sich in Bio heute SII (8):

„Weitere mikroskopische Entdeckungen und wesentliche Verbesserungen von Optik und Mechanik des Mikroskops führten zu der Vorstellung, dass alle Lebewesen aus Zellen aufgebaut sind. [...] In den folgenden Jahrzehnten wurden nun Zellen und Zellbestandteile auf ihren Bau und ihre Funktion hin gründlich erforscht. Durch die Entwicklung der Elektronenmikroskopie gelang es, seit 1931 auch den Feinbau der Zellen zu untersuchen.“

Um die Forschungen Abbes und damit eine mathematische Grundlage des Mikroskopbaus erweitert, ist diese Betonung technischer Aspekte auch in Cornelsen SII (17) und stark

gerafft ebenfalls in Linder SII (16) vorhanden. Immer wird Aufmerksamkeit darauf gelenkt, dass naturwissenschaftliche Forschung in besonderer Weise von Technik abhängig ist.

Solche Häufungen von Aussagen finden sich auch zu anderen NOS-Aspekten. In mehreren Werken wird etwa die Zusammenführung von Einzelbeobachtungen in eine Theorie anhand verschiedener Beispiele dargestellt, etwa der Zelltheorie (Natura G: 10), der DNA-Modellierung (Duden R/G: 440 f., Duden SII: 252) oder Darwin (Natura SII: 408). Auch die prinzipielle Vorläufigkeit von Wissen ist in einem Verweis zur Ablösung der „Zwei-Reiche-Systematik“ durch die „Fünf-Reiche-Systematik“ (Natura G: 48) und in einem Kasten zur Unschärfe des Gen-Begriffs (Linder SII: 364) erkennbar, häufiger allerdings wird Vorläufigkeit durch inzwischen verworfene, „prä-wissenschaftliche“ Konzepte repräsentiert (Natura G: 288, Duden R/G: 514; Natura SII: 140). Gleichzeitig findet man Hinweise auf ‚bis heute gültige‘ Erkenntnisse, etwa Darwins (Linder SII: 493; Natura G: 343), womit die Dauerhaftigkeit wissenschaftlichen Wissens betont wird (vgl. S. 51 der vorliegenden Arbeit). Auch gewisse Momente der ‚Humanisierung‘ und damit der Sichtbarmachung des Menschen in der Forschung lassen sich als implizite NOS-Aussagen nachweisen. So werden etwa die besonderen Fähigkeiten bestimmter Akteure betont (Priestley: Natura G: 60; Mendel: Bio VuW R 3: 130-134; Watson/Crick: Natura SII: 112), anfängliche Zweifel thematisiert (Jenner: Netzwerk G 2: 115) oder biographische Zufälle wie die Benennung des Fossilfundes „Lucy“ nach dem Beatles-Lied „Lucy in the Sky with Diamonds“ aufgezeigt (Erlebnis R 3: 180). Damit finden sich zugleich auch Hinweise darauf, dass nicht immer planvolles, zielgerichtetes Tun im Vordergrund steht, sondern gelegentlich auch zufällige, gar irrationale Aspekte eine Rolle spielen.

Auffällig sind darüber hinaus einzelne Hinweise auf forschungsorganisatorische Elemente wie Disziplinengenese und Schulenburg am Beispiel der Verhaltensbiologie (Bio VuW R 2: 152; Natura SII: 274, 286; Bio heute SII: 332 f.), auf Interdisziplinarität am Beispiel der Evolution (Natura G: 329) und auf die beständige Weiterentwicklung von Forschungsprogrammen wie des Humangenomprojektes (Cornelsen SII: 203). Auch Aspekte wie Konkurrenz – so im Falle der Aufklärung der DNA-Struktur (Cornelsen SII: 145) oder die ‚Existenz‘ von MitarbeiterInnen (Morgan: Bio heute SII: 125 bzw. Landsteiner: Duden R/G: 127) werden in einzelnen Werken angesprochen und verweisen auf eine Forschungsstruktur, in die jene berühmten, auch SchülerInnen namentlich bekannte Akteure eingebunden waren. Gesellschaftliche Kontexte von Wissenschaft tauchen nur selten auf, so in einer Geschichte des Penicillins (Natura G: 177) oder Pasteurs Bezie-

hungen zur Winzerei (Bio Plus G 2: 33), im Falle Darwins auch als Hindernis für die Wissenschaftsentwicklung (Bio heute SII: 400 f.).

Derartige implizite NOS-Aussagen finden sich allerdings nicht nur in Verweisen des T3, wie sie bisher zitiert wurden, sondern auch den anderen Typen. In Linder SII (347) etwa wird im Rahmen eines T2-Verweises auf Änderungen in der Forschungsmethode bzw. Technik aufmerksam gemacht. In einem eigenen Kasten zu Modellvorstellungen heißt es dort:

„Während WATSON und CRICK ihr Raummodell der DNA-Doppelhelix noch aus Metallbausteinen zusammensetzten, entstehen heutige Molekülmodelle, insbesondere von Proteinen, mit Hilfe des Computers.“

Auch die historische Stabilität bestimmter naturwissenschaftlicher Inhalte findet sich in diesem Verweistyp als NOS-Aussage:

„Die grundlegenden Elemente [von Darwins] Theorie (**Überproduktion von Nachkommen, Variabilität und Selektion**) sind bis heute gültige Erklärungen für das Evolutionsgeschehen.“ (Duden SII: 388)

Die Auflistung solcher Beispiele ließe sich noch weiter ausdehnen und über Verweise des T1, wo etwa das Verhältnis von Empirie und Theorie anhand der Meioseforschung thematisiert wird (Natura G: 293) bis zu den SoV fortsetzen. Dort finden sich Hinweise auf die Rolle der Technik für die Untersuchung mikroskopischer Strukturen (Bio heute SII: 44; Linder SII: 46), die prinzipielle Offenheit von Forschungsprozessen, gezeigt an der Forschung zur Stammesgeschichte des Menschen (Bio Plus G 3: 96) oder die Entwicklung von Disziplinen, hier der Genetik (Natura SII: 108 f.).

In der Summe zeichnen all diese Verweise ein gewissermaßen ‚verstecktes‘ Bild der „nature of science“, dass durchaus konzeptionelle, prozedurale und kontextuelle Aspekte gleichermaßen abdeckt – wenn auch nicht in jedem Werk in gleichem Maße. Dabei legen implizite NOS-Verweise bestimmte, abstrakte NOS-Aussagen nur nahe, anders als bei den expliziten Verweisen im vorherigen Teilkapitel werden diese aber nicht artikuliert. Es handelt sich also um mögliche, jedoch nicht notwendige Schlüsse, die sich aus verschiedenen historischen Fallschilderungen ziehen lassen. Wie auch im Falle der expliziten NOS-Aussagen erweitern diese nicht notwendig das Bild der Wissenschaftsentwicklung. Wissenschaftlerinnen beispielsweise scheinen innerhalb des Schulbuches nur in Ausnahmefällen zur Wissenschaftsentwicklung beizutragen, denn namentlich spielen sie

in Anbetracht der Vielzahl von AkteurInnen nur eine ausgesprochen untergeordnete Rolle.¹²⁸ Dem Stereotyp einer ‚männerdominierten‘ Naturwissenschaft, wie es beispielsweise Höttecke beschreibt (vgl. S. 56 der vorliegenden Arbeit), wird dadurch nicht unbedingt eine Alternative entgegengestellt.

6.4 Der ‚HOS-Konsens‘

6.4.1 Wissenschaftsgeschichte im Biologieschulbuch als Konsens

Sieht man vom sehr unterschiedlichen Einsatz in den Begleitmaterialien ab, zeichnen sich die untersuchten Schulbücherauf allen Analyseebenen und eben auch in ihren Differenzen durch einen ausgesprochen stabilen Umgang mit Wissenschaftsgeschichte aus. In terminologischer Anlehnung an den konzeptionellen NOS-Konsens (vgl. Kap. 3.2.1) kann man von einem empirischen, sehr impliziten ‚history of science (HOS)-Konsens‘ sprechen, den die vorliegende Analyse offenbart. Ein solcher ‚Konsens‘ wurde auch in früheren Analysen von Geschichte in naturwissenschaftlichen Lehrwerken festgestellt, dort allerdings nur in Relation zum jeweiligen konzeptionellen Rahmen (vgl. S. 4.3.1 der vorliegenden Arbeit). Als regelmäßig und stabil gilt in diesen Studien nur, dass Geschichte im Schulbuch durchgängig problematisch und unzureichend ist. Stellt man hingegen die hier aufgewiesenen Regelmäßigkeiten in den Vordergrund, wird es möglich, die Merkmale historischer Verweise im Schulbuch über die Grenzen konkreter fachdidaktischer Analyseraster hinaus einer Bewertung zu unterziehen.

Als Grundlage für die weitere Diskussion werden nun die Bezüge der vorliegenden Erhebung zu den Kernaussagen vorhandener, wissenschaftsgeschichtsfokussierter Studien (vgl. 78 der vorliegenden Arbeit) zusammengefasst:

- Geschichte im Schulbuch zeichnet sich durch eine enorme formale und strukturelle Vielfalt aus und ist an ausgesprochen vielen Stellen Bestandteil eines Lehrwerktextes.
- Die überwiegende Zahl der historischen Verweise – jene des T2 – haben auch im Haupttext „Add-on“-Charakter, da sie zusätzliche Daten (Jahreszahlen, Namen)

¹²⁸Nur wenige Wissenschaftlerinnen sind in mehreren Schulbüchern vertreten, so die beiden Primatologinnen Dian Fossey (z.B. Netzwerk R 2: 207) und Jane Goodall (z.B. Duden SII: 410), die Genetikerin Barbara McClintock (z.B. Natura SII: 148) und die Biochemikerin Rosalind Franklin (Linder SII: 346).

enthalten, diese aber weder Lerninhalte darstellen, noch zum Textverständnis beitragen.

- Im Regelfall dienen historische Verweise der Vermittlung fachspezifischer Inhalte, nur selten werden darin prozedurale Momente von Forschungen oder gar soziale, disziplinäre bzw. kulturelle Kontexte thematisiert.
- Geschichte im Schulbuch ist (daher) für die Vermittlung von „nature of science“-Inhalten ungeeignet und greift solche Momente auch nur selten in erkennbarer Weise auf.

Damit sind auch für deutschsprachige, in Thüringen zugelassene Biologieschulbücher die grundlegenden, international diskutierten Merkmale der historischen Anteile naturwissenschaftlicher Lehrwerke bestätigt worden. Dieses Ergebnis ist unabhängig davon, dass sich die ursprünglichen, meist US-amerikanischen Studien auf Schulbücher eines ganz anderen Bildungssystems bezogen bzw. dass sie Lehrwerke sowohl der Physik als auch der Biologie zum Gegenstand hatten (vgl. auch S. 168 ff. der vorliegenden Arbeit).

Über solche Studien hinausgehend konnten weitere Charakteristika aus dem Abgleich mit einer Liste konsensueller NOS-Aussagen und den Thüringer Lehrplänen sowie unter Berücksichtigung verlagsspezifischer Momente (insbes. Begleitmaterialien) abgeleitet werden:

- Obgleich meist singulär, werden sowohl in expliziter wie impliziter Form sehr unterschiedliche Aspekte der „nature of science“ angesprochen oder zumindest angedeutet.
- Unabhängig von den Lehrplananforderungen finden sich weit gestreut ausführliche historische Verweise des T3 in praktisch allen Stoffgebieten, insbesondere aber zur Genetik und Abstammungslehre. Sie treten mit einer enormen Stabilität über das gesamte Sample hinweg und unabhängig von Schulstufe oder -form auf.
- Diese Regelmäßigkeit ist auch auf die formalen und didaktisch-strukturellen Merkmale der historischen Verweise aller Typen auszuweiten; ihre Eigenschaften sind stabil in allen Werken, wenn auch in unterschiedlicher Anzahl, vorzufinden.
- Auffällige Unterschiede bestehen zwischen einzelnen Werken resp. Verlagen in den Begleitmaterialien. Sofern diese historische Inhalte in nennenswertem Umfang aufweisen, hat Geschichte darin einen fachdidaktisch sehr variablen Stellenwert für SchülerInnen bzw. LehrerInnen.

Mit ihren hier aufgewiesenen, konsensuellen Merkmalen finden die vorhandenen historischen Verweise in Schulbüchern innerhalb der gegenwärtigen fachdidaktischen Auseinandersetzung mit Wissenschaftsgeschichte offensichtlich keinen Platz: Einerseits erfüllen sie die entsprechenden fachdidaktischen Anforderungen nicht, was in früheren Schulbuchanalysen schon ausreichend, wenn auch nicht in der hier diskutierten Breite nachgewiesen wurde (vgl. Kap. 4.3.1). Andererseits sind sie in der bisherigen analytischen Perspektive nicht umfassend beschrieben worden, denn mit der wissenschaftsdidaktischen Einstimmigkeit betreffs der Mängel historischer Verweise im Schulbuch wird der wesentlichste Aspekt des ‚HOS-Konsens‘ ausgeblendet: Er existiert gewissermaßen parallel zu den verschiedenen didaktischen Entwürfen und Analyserastern, die seine enorme Stabilität in formaler, struktureller und inhaltlicher Hinsicht nicht einbeziehen und daher seine Eigenschaften und Effekte nur unvollständig erfassen. Der ‚HOS-Konsens‘ ist eine konzeptionell problematische, dichte, vielgestaltige und inkonsistente Ansammlung historischer Verweise, gleichzeitig aber auch ein in mehrfacher Hinsicht stabiler und hochspezifischer Bestandteil moderner naturwissenschaftlicher Lehrwerke.

Es ist eben daher nun zu prüfen, ob sich Anhaltspunkte für die Konsens-Merkmale innerhalb der pädagogischen, oder genauer fachdidaktischen Auseinandersetzung um Wissenschaftsgeschichte finden lassen. Da diese besondere Form der Geschichte hier in Schulbüchern nachgewiesen wurde, ist im Anschluss zudem das naturwissenschaftliche Schulbuch als vor allem pädagogisches Medium in den Blick zu nehmen.

6.4.2 Der (fach-)pädagogische Kontext des ‚HOS-Konsens‘

Vor dem Hintergrund der nun näher bestimmten Position des Wissenschaftsgeschichts-‘Konsens‘ im Schulbuch soll dieser nun auch in Relation zur konzeptionellen Rahmung des Einsatzes von Wissenschaftsgeschichte im naturwissenschaftlichen Unterricht gesetzt werden.

Für den Einsatz als fachspezifisches oder auch allgemein-curriculares unterrichtliches Organisationskonzept (vgl. S. 73 f. der vorliegenden Arbeit) ist die Geschichtsrepräsentation im ‚HOS-Konsens‘ nicht geeignet. In Schulbüchern haben regelmäßig nur Mendel und die Geschichte der Evolutionsbiologie eine lehrstoffstrukturierende Funktion, darüber hinaus gibt es keine erkennbaren Organisationsprinzipien, die Geschichte nutzen würden. Als ebenso untauglich erweist sich der Konsens im Falle historiographienaher Konzepte wie der „Experimentellen Wissenschaftsgeschichte“ oder Pumfreys „strangers account“

(vgl. S. 69 ff. der vorliegenden Arbeit). Dafür wäre eine sehr viel intensivere Auseinandersetzung mit Geschichtsschreibung, ihren Methoden und Konzepten erforderlich, als an der Geschichtsrepräsentation in naturwissenschaftlichen Schulbüchern erkennbar ist (vgl. dazu auch Kap. 7.1.1).

Legt man hingegen den eher ‚pragmatischen‘ Framework von Metz et al. (vgl. Kap. 4.2.2) zugrunde, dann lässt sich deren „short story“-Systematik auch im Schulbuch wiederfinden: Wissenschaftsgeschichte wird dort häufig als „door-opener“ und damit zur Motivation am Anfang eines neuen Stoffgebietes oder Spezialthemas eingesetzt. Emphatische Geschichten „from personal“ narrative als zweite Form könnten der Lehrkraft aus längeren biographischen Darstellungen etwa zu Mendel oder Darwin im Schulbuch bzw. den Begleitmaterialien zwar entwickelt werden. Diese sind über weite Strecken jedoch schlichte Reihungen von Ereignissen und geben wenig Anlass für ‚packende‘, Fragen aufwerfende Geschichten, wie sie von Metz et al. gefordert werden. Eine weitere Form der „short stories“, nämlich solche mit „practical work“, sind als reine Schilderung von Versuchen, die von den Schülern und Schülerinnen allein im Text nachvollzogen werden, ausgesprochen präsent. Als historisch gerahmter Schulversuch, wie er Metz et al. vorschwebt und im Sample etwa in einem Vorschlag zum Nachbau des Leeuwenhoek-Mikroskops deutlich wird (Natura G LM A: 7), tritt sie jedoch kaum auf. Ähnlich selten ist jene letzte Form von Geschichten nach Metz et al., die einzelne NOS-Aspekte fokussieren soll. Sie wird nur im weiter vorn diskutierten Abschlusskapitel zu Linder SII an Mendel systematisch eingesetzt (vgl. S. 143 der vorliegenden Arbeit).

Die verschiedenen, von Metz et al. klassifizierten Formen lassen sich zumindest in Ansätzen auf den hier beschriebenen ‚HOS-Konsens‘ spiegeln. Der im Rahmen des Frameworks formulierte Anforderungskatalog für SchülerInnenaktivitäten im Zusammenhang mit solchen ‚kurzer Geschichten‘ ist hingegen weder im Schulbuch noch den Begleitmaterialien nachzuweisen. Es wird also wiederum auf einen konzeptionellen Entwurf – den NOS-Framework von Clough (vgl. S. 53 der vorliegenden Arbeit) – zurückgegriffen, der im Schulbuch nicht vorgefunden, sondern bestenfalls auf die dort vorhandenen historischen Verweise und ihre Begleittexte ‚aufgesetzt‘ werden könnte. Doch selbst dafür liefert die vorhandene Geschichte im Schulbuch keine hinreichende Grundlage.

Ausgehend von der Idee eines ‚HOS-Konsens‘ ist nun allerdings zu fragen, ob dies den Schulbüchern als Mangel ausgelegt werden muss, oder ob nicht vielmehr der Framework von Metz et al. den vorhandenen unterrichtlichen Rahmenbedingungen wissenschaftshistorischer Verweise zu wenig Beachtung schenkt. Immerhin wird außerhalb des spezifi-

schen NOS-Rahmens Geschichte über alle hier differenzierten Formen hinweg sehr häufig zur Motivation oder für die Vermittlung spezifischer Fachinhalte eingesetzt. In dieser Gestalt erscheint Biologiegeschichte als ein hilfreiches didaktisches Werkzeug neben anderen, beispielsweise Anleitungen für einfache SchülerInnenversuche, das Anknüpfen an die Lebenswelt der Schüler und Schülerinnen oder abstrakte und damit ‚geschichtsfreie‘ Schilderung von Forschungsprozessen bzw. Routineverfahren. So verstanden reicht Geschichte funktional aber kaum über eine fachinhaltliche Begleitfunktion hinaus, was nicht nur in Bezug zum NOS-Framework von Metz et al., sondern insbesondere den ‚alternativen NOS-Konzepten‘ (vgl. S. 54 ff. der vorliegenden Arbeit) deutlich wird. Weder Shamos’ lebensweltorientierte SL-Prinzipien noch ähnliche, dem contextual model (vgl. S. 43 ff. der vorliegenden Arbeit) entlehnte Grundsätze lassen sich auf historische Verweise im Schulbuch beziehen oder sind gar daraus ableitbar. Deren NOS-Anforderungen wären deutlich höher, als im Falle der ja ebenfalls nicht ausreichend umgesetzten konsensuellen Konzepte.

Die Mängel gegenüber NOS-Konzepten führen jedoch nicht dazu, dass es sich um ‚schlechte‘, weil besonders ‚mythische‘ Geschichtsrepräsentationen handelt, wie sie von McComas und Allchin beschrieben wurden (vgl. Kap. 4.3.2). Von Allchins Mythenkriterien – „monumentality“, „idealization“ und „affective drama“ – lässt sich in den deutschsprachigen Biologieschulbüchern nur das zweite nachweisen, wenn auch in besonders großer Intensität: Forschungsprozesse werden außer im Falle sehr selten thematisierter Kontroversen als Folge spezifischer, gewissermaßen vorbestimmter Verfahrensweisen und frei von Variation, abweichenden Ergebnissen oder interpretativen Differenzen geschildert.

Der Schulbuch-HOS-Konsens ist gemessen an der vorhandenen konzeptionellen Bandbreite also offensichtlich weitestgehend indifferent, und zwar sowohl gegenüber didaktisch erwünschten wie auch unerwünschten Merkmalen. Anhaltspunkte dafür, dass für Wissenschaftsgeschichte im Schulbuch eine fachpädagogische Rahmung vorliegt, finden sich also nicht – was auch damit in Einklang steht, dass sich die Kriterien pädagogisch hergeleiteter Analyseraster (vgl. Kap. 6.2.1 und 6.3) an Geschichte im Schulbuch kaum nachweisen lassen.

Als Teil eines spezifischen Mediums der naturwissenschaftlichen Bildung ist Wissenschaftsgeschichte im Schulbuch aber auch von dessen Merkmalen (vgl. Kap. 5.1.1) abhängig: Schulbuchwissen kann nicht kritisiert werden und erscheint deshalb absolut, nicht zuletzt, weil es keine im Text erkennbaren AutorInnen besitzt. Deren Unsichtbarkeit ist nicht nur ein zentrales Merkmal des Schulbuchs, sondern auch naturwissenschaftli-

cher Texte (vgl. Kap. 5.1.2). Das naturwissenschaftliche Lehrwerk als Endpunkt einer komplexen rhetorischen ‚Glättung‘ und Stabilisierung naturwissenschaftlicher Erkenntnisprozesse über verschiedene Textgattungen hinweg, unterdrückt deshalb die „narrative of science“ und damit die Repräsentation des Forschungskontextes.

Mit historischen Verweisen wird dieser Forschungskontext regelmäßig wieder eingeführt und ‚stört‘ die Leseerwartung: Die RezipientInnen *erwarten* eine systematische und zeitlose Darstellung von Wissen, regelmäßig wird diese Erwartung aber dadurch gestört, dass die Zeitlichkeit dieses Wissens und damit auch die Veränderlichkeit der zugrundeliegenden Systematisierung von Naturwissen in unterschiedlicher Intensität thematisiert wird. Der Grad dieser ‚Verschiedenheit‘ wurde in Kapitel 6.1.1 dazu genutzt, verschiedene ‚Typen‘ historischer Verweise zu unterscheiden.

Als Bruch mit der Leseerwartung generiert diese Abweichung nun eine weitere Interpretationsebene: Als irritierendes Moment lenkt sie Aufmerksamkeit auf genau diese, den Textfluss störende Passagen. Dies wird allerdings erst in einer metawissenschaftlichen Analyse wie der hier vorgenommenen deutlich. Im Text selbst greift die spezifische Rhetorik naturwissenschaftlicher Lehrwerke, die den Bruch zwischen Wissen über Natur und Wissen über Geschichte verbirgt und die historischen Passagen gewissermaßen ‚entzeitlicht‘. So wurde einleitend in Kapitel 6.1 gezeigt, dass im Schulbuchtext grundlegend verschiedene Prozessschilderungen formal nicht voneinander zu unterscheiden sind. Unabhängig davon, ob Geschehen in der Natur, im Labor oder in der Geschichte geschildert wird: immer bedient man sich derselben sprachlichen Mittel. Der einzige Unterschied zwischen vorgeblich absolutem Wissen über die Natur und die Techniken dieses Wissenserwerbs auf der einen und historischen Passagen auf der anderen Seite besteht in den meisten Fällen im Einsatz von ‚Geschichts-Markern‘. Besonders deutlich ist dies in historischen Verweisen des T2. Jeder beliebige Fakt und jede beliebige Laborheuristik im Schulbuch ließe sich zumindest um Personennamen, historische Abbildungen und Jahreszahlen – etwa der Erstentdeckung oder -anwendung – ergänzen. So gesehen sind historische Verweise im Schulbuch tatsächlich nur sehr selten anzutreffen, könnten sie doch in praktisch jedem Satz vorhanden sein. Umgekehrt bleibt auch ohne T2-Verweise die fachwissenschaftliche ‚Botschaft‘ der entsprechenden Abschnitte erhalten.

Gleichzeitig wird Geschichte in rhetorisch hochspezifischen, stark regulierten, vorgeblich absolutes Wissen transportierenden naturwissenschaftlichen Lehrwerken schon aufgrund ihrer bloßen Anwesenheit als fachspezifisches Wissenselement deklariert. Jeder historische Verweis ist damit im Text aus RezipientInnenperspektive den übrigen Textaussagen

bruch- und irritationslos beigeordnet und damit selbst ein naturwissenschaftlicher Fakt. Einen Sonderfall stellen dabei die T3-Verweise dar, denn in diesen bliebe keine fachwissenschaftliche ‚Botschaft‘ erhalten, wenn man auf die historischen Inhalte verzichten würde – sie sind deshalb aus RezipientInnensicht selbst diese ‚Botschaft‘. Hierin ist Geschichte nicht nur vorhanden, sondern das eigentliche Thema. Anders als die übrigen, deutlich unauffälligeren historischen Verweise lenken sie gezielt Aufmerksamkeit auf historische Forschungsprozesse. Die meist in sich geschlossenen, sich über ganze Absätze oder Teilkapitel erstreckenden Darstellungen des T3 müssen daher als eigenständige Lerninhalte betrachtet werden. Sie sind dementsprechend im Verhältnis zu den anderen Verweistypen didaktisch stark differenziert. Aufgrund der Schulbuchrhetorik handelt es sich dabei jedoch nicht um eigenständiges *historisches* Wissen. Vielmehr sind alle Elemente des ‚HOS-Konsens‘ Teil des *fachwissenschaftlichen* Schulbuchwissens und werden als reguläre Lerninhalte rezipiert. Damit besitzt der ‚HOS-Konsens‘ im Unterricht einen besonderen Stellenwert; immerhin wird mit Schulbüchern durch die Lehrkraft Unterricht nicht nur inhaltlich ausgestaltet sondern häufig auch strukturiert.

6.5 Zusammenfassung

Die in Kapitel 6.1.1 vorgenommene formale Erhebung von Wissenschaftsgeschichte im Schulbuch zeugt von einer erstaunlichen Vielfalt der Repräsentationsmöglichkeiten vergangener Wissenschaft. Diese treten sehr häufig auf; in einem Schulbuch findet man durchschnittlich auf jeder dritten bis maximal vierzehnten Seite mindestens einen historischen Verweis. Obgleich frühere Analysen amerikanischer Werke höhere Geschichtsanteile nachweisen konnten (vgl. S. 79 der vorliegenden Arbeit), trägt die Wissenschaftsgeschichte als Gegenstand auch hierzulande wesentlich zum Text eines Lehrwerkes bei. Nach dem Grad der Abweichung von der „narrative of nature“ lassen sich dafür zwar verschiedene ‚Historizitätsmarker‘ differenzieren, diese treten allerdings in sehr unterschiedlicher Verteilung in den vielen hundert einzelnen Passagen über alle Werke hinweg auf. Außer in Gestalt der formal leicht identifizierbaren und sehr seltenen Chronologien stellen diese Repräsentationen von Vergangenheit ein breites Kontinuum spezifischer, eben historischer, Verweisstrukturen dar. Sie können an jeder Position im Lehrwerk vorhanden sein, wenn auch eher selten in Aufgaben, Zusammenfassungen u.ä.. Es überwiegen dabei zahlenmäßig Verweise, in denen sich Vergangenheit an der Sichtbarkeitsgrenze – Tempus, Adverbien, Namensnennung, Jahreszahl – bewegt. Gleichzeitig ist zu registrieren, dass

eigenständige, umfangreiche und in sich geschlossene historische Darstellungen des hier so genannten T3 zwar nur in geringer Zahl, aber sehr stabil vorzufinden sind. Auch ähneln sich die Verhältnisse zwischen verschiedenen Verweistypen über die Werke hinweg.

Der daraus resultierenden, eigenwilligen Mischung stabilisierender und destabilisierender Momente von Wissenschaftsgeschichte im Schulbuch wurde in Kapitel 6.2 aus didaktischer Perspektive nachgegangen. Es wurde festgestellt, dass ein Großteil der historischen Verweise (T1 u. T2) praktisch keine didaktischen Strukturmerkmale besitzt und nur eine lernunterstützende Funktion erfüllt. Die Gruppe der in sich geschlossenen, historisch sinnstiftenden T3-Verweise ist im Verhältnis dazu sehr viel stärker differenziert. Sie weisen durchgängig eine interne Organisation auf, bei der einzelne Verfahren der Erkenntnisproduktion oder Abfolgen von Erkenntnissen im Vordergrund stehen. Nur selten spielen Kontexte oder auch Kontroversen und damit dynamische Aspekte von Wissenschaft eine Rolle. Entsprechend ist ihre Funktion meist die Unterstützung von Fachinhalten bzw. die Vermittlung ‚bedeutender historischer Ereignisse‘, kaum jedoch deren NOS-Aspekte. T3-Verweise zeichnen sich durch das Vorhandensein vieler Primärquellen, jedoch keinerlei Hinweise auf weiterführende Literatur aus, wie sie auch nur selten Gegenstand von Aufgaben im Schulbuch sind.

Die sehr seltenen SoV sind ihrer in dieser Arbeit vorgenommenen Definition nach didaktisch besonders auffällig, sowohl was die Gestaltung (kürzere Texte, häufig an herausgehobenen Positionen), als auch die Funktionen (Begleitung des Haupttextes, Lernstoff, Aufgaben) betrifft. Abgesehen von den Chronologien, die als eigenständige (historische) Lehrbuchinhalte anzusehen sind, begleiten sie vorhandene historische Verweise der drei anderen Typen mit einem vergleichbaren Struktur- und Funktionsspektrum oder haben etwa in Kapiteleinführungen einen rein motivierenden, fast beiläufigen Charakter.

Auch nach einem Wechsel der Perspektive, weg von Struktur und Funktion, hin zu Zielgruppen- bzw. Verlagsspezifika, lassen sich stabile Merkmale historischer Repräsentation über alle untersuchten Werke hinweg aufweisen, so insbesondere Regelmäßigkeiten bei den thematischen Schwerpunkten. Lehrplaninhalte werden durchgängig und nicht selten mit sehr ausführlichen Darstellungen behandelt, einige dieser Inhalte finden sich zusätzlich jedoch auch in Werken, in denen sie gar nicht gefordert werden. Hinzu kommt eine Reihe thematischer Schwerpunkte in den Feldern Abstammungslehre, Genetik, Mikro- und Verhaltensbiologie ohne Lehrplanrelevanz, die in vielen Werken mit T3-Verweisen behandelt werden. Generell scheint sich eine obligatorische oder eben fakultative Rolle von Geschichte im Schulbuch eher an textorganisatorischen (verfügbare Seitenzahl,

Layoutvorgaben) denn strukturell-didaktischen Gesichtspunkten zu orientieren, fakultative Themen sind didaktisch auf allen Ebenen deshalb ebenso stark ausdifferenziert wie lehrplanobligatorische.

Aus Verlagsperspektive sind weitere Regelmäßigkeiten auszumachen. Die beiden untersuchten Regelschulwerke haben eine Entsprechung für das Gymnasium aus dem selben Verlag (Schrödel bzw. Cornelsen/Volk und Wissen) mit weitgehend identischem Layout und im Falle der Schrödel-Werke auch zahlreichen identischen historischen Verweisen. Es lassen sich keine qualitativen Veränderungen zwischen den jeweiligen Ausgaben für beide Schulformen nachweisen, in einem Fall erhöht sich die Anzahl der historischen Verweise leicht von der Regelschule zum Gymnasium bei ähnlicher Seitenzahl, im anderen ist es umgekehrt. Große Unterschiede lassen sich zwischen den einzelnen Werken resp. Verlagen nur auf der Ebene der verfügbaren Zusatzmaterialien feststellen. Deren Umfang liegt je analysiertem Werkkomplex zwischen 97 (Duden R/G LM) und immerhin 735 Seiten (Linder SII LM + Arbeitsbuch) bei sehr unterschiedlichem Layout. Entsprechend dieser Bandbreite schwankt die Dichte historischer Verweise darin zwischen einem alle 50 bzw. drei Seiten, in der Sekundarstufe I finden sich im Gegensatz zur Sekundarstufe II darunter praktisch keinerlei didaktische Hinweise für die Lehrkraft. Insgesamt ist die Bandbreite historischer Repräsentation in den Begleitmaterialien der Werke für die Sekundarstufe II besonders groß; einige didaktische Anmerkungen finden sich in Cornelsen SII und Linder SII, in Duden SII und Natura SII hingegen werden den Lehrerinnen und Lehrern an mehreren Stellen Hintergrundinformationen in Form von Literaturhinweisen oder längeren historischen Texten angeboten. Insbesondere in Linder SII und Natura SII lassen sich zudem zahllose Arbeitsblattvorlagen nachweisen, die in sehr unterschiedlicher Weise Biologiegeschichte thematisieren. Obgleich es sich um signifikante Unterschiede handelt, können daraus keine klaren Strategien des Umgangs mit Geschichte abgeleitet werden. Wissenschaftsgeschichte spielt jedoch in der Sekundarstufe II nicht nur in absoluten Zahlen und Umfang (vgl. Kap. 6.1.1), sondern auch der didaktischen Einbettung eine deutlich größere, wenn auch je nach Werk sehr unterschiedliche Rolle. Die Lehrkraft wird bei der Bewältigung dieser Fülle an historischem Material auf Arbeitsblättern, Folienvorlagen und in Aufgaben aber nur in Einzelfällen unterstützt.

Biologiegeschichte wird im Schulbuch damit kaum nach Schulform gegliedert und auch zwischen Sekundarstufe I und II sind nur wenige systematische Unterschiede feststellbar. Die Anzahlen der Verweise steigen zwar drastisch mit einem Schwerpunkt auf T2 – dies weist jedoch vorerst nur darauf hin, dass in Sekundarstufe II häufiger biologische Verfah-

ren und Arbeitstechniken geschildert werden, die oft von kurzen historischen Statements zu Erstentdeckungen oder -anwendungen eingeleitet werden. Die intensive Auseinandersetzung mit Geschichte in den T3-Verweisen findet auf beiden Schulstufen in den gleichen Stoffgebieten statt (vgl. Kap. 6.2.3) und nimmt auch in absoluten Zahlen nur marginal zu.

Berücksichtigt man die Vielgestaltigkeit und Menge historischer Verweisstrukturen in Schulbüchern, dann sind die Ergebnisse bezüglich der „nature of science“ und damit auf der dritten Analyseebene (vgl. Kap. 6.3) hochproblematisch. Zweifellos werden an einzelnen Belegstellen ganz verschiedene NOS-Aspekte angesprochen, die das Spektrum möglicher Aussagen weitestgehend abdecken. Es handelt sich im Gesamtsample aber um durchgängig ausgesprochen seltene Textereignisse. „Nature of science“-Aussagen stehen damit in keinem systematischen und didaktisch begründeten Zusammenhang. Dies gilt für implizite NOS-Bezüge mehr noch als für explizite: Ihre Vielfalt sowie die Tatsache, dass an solche historische Verweise gebundene Aussagen über die „nature of science“ nur über eine gewisse Interpretationsleistung zugänglich sind, verschärfen den Eindruck der Unzuverlässigkeit des Schulbuch-NOS-Bildes. Bestimmte Aspekte, etwa Kreativität und Offenheit werden im besten Fall angedeutet, Hinweise auf wissenschaftliche Kommunikation über Publikationen beispielsweise sind schlicht nicht vorhanden. Betrachtet man den listenförmigen NOS-Konsens als einen minimalen Qualitätsstandard, dann wird dieser also von keinem Werk erfüllt, wie auch kein anderes NOS-Konzept zugrunde zu liegen scheint. Die vielfältigen, in den einzelnen Werken *realisierten* NOS-Aussagen sind ein starker Hinweis auf die Potenziale, die Schulbüchern in dieser Hinsicht eigen sind, aber aus naturwissenschaftspädagogischer Perspektive heraus nicht genutzt werden.

Auf Grundlage der vorgelegten Analyse war es dann möglich, die Analyseergebnisse in einer neuartigen Beschreibung von Geschichte im Schulbuch zusammenzuführen und diese in ihre pädagogischen Kontexte einzubetten: Geschichte im Schulbuch wurde in der vorliegenden Studie als ein hochgradig stabiler „HOS-Konsens“ beschrieben, der sich mit seinen Gemeinsamkeiten wie Unterschieden in allen untersuchten Werken finden lässt (vgl. Kap. 6.4.1). Wie in Kapitel 6.4.2 gezeigt wurde, weist dieser Konsens weder in positiver noch negativer Hinsicht erkennbare Bezüge zu vorhandenen naturwissenschaftsdidaktischen Analyserastern und Konzepten auf und existiert damit gleichermaßen parallel zur Wissenschaftspädagogik wie notwendigerweise innerhalb derselben. Diese irritierende Verschränkung didaktischer Indifferenz und obligatorischer Anwesenheit lässt sich in Grenzen mit dem Medium erklären: Im Schulbuch mit seinen spezifischen Merkmalen

entwickeln historische Verweise eine medienbedingte Eigenlogik und daraus resultierende Eigendynamik. Diese konstituiert für historische Inhalte eine ‚Bedeutung‘ innerhalb der naturwissenschaftlichen (Aus-)Bildung, die pädagogisch nicht begründet sein muss.

Diese Grundlage kann nun dazu genutzt werden, sich der eigentlichen wissenschaftshistorischen Dimension der Geschichte im Biologieschulbuch und ihren Beziehungen zum Fach Wissenschaftsgeschichte anzunähern. So sollen im folgenden Kapitel das Geschichtsbild und daraus resultierende Effekte für das Verständnis historischer Forschungsprozesse beschrieben werden, um daraus Erklärungsansätze für die Existenz und Stabilität von Geschichte im Schulbuch zu entwickeln. Diese Auseinandersetzung ist dann Voraussetzung für die abschließende Diskussion des Verhältnisses von Wissenschaftsgeschichte und naturwissenschaftlicher Bildung am Beispiel schulvermittelter Wissenschaftsgeschichte.

7 Wissenschaftsgeschichte als Gegenstand und Fach

„Kultur ist Reichtum an Problemen, und wir finden ein Zeitalter um so aufgeklärter, je mehr Rätsel es entdeckt hat.“

Egon Friedell (1984: 237)

In der Analyse und Auswertung von Geschichte im Schulbuch in Kapitel 6 wurde bisher weitestgehend darauf verzichtet, Bezüge zu einer disziplinär eigenständigen, akademischen Wissenschaftsgeschichte herzustellen. Dadurch konnte einerseits deutlich gemacht werden, dass Geschichte in Biologieschulbüchern den vielfältigen fachdidaktischen Anforderungen nicht gerecht wird. Andererseits wurden so aber auch die Grenzen dieser Analyseform deutlich: Sie können ‚diskursintern‘ zwar anhand entsprechender Kriterien beurteilt werden, die naturwissenschaftspädagogischen Möglichkeiten reichen aber nicht aus, um eine hinreichend detaillierte Beschreibung historischer Darstellungen und ihrer Effekte zu liefern. Bevor abschließend in Kapitel 7.2.3 das Verhältnis von Wissenschaftsgeschichte und Öffentlichkeit diskutiert wird, sind in Kapitel 7.2.2 die Potenziale der Wechselwirkungen zwischen Geschichte im Schulbuch, akademischer Wissenschaftsgeschichte und naturwissenschaftlicher Bildung zu thematisieren. Voraussetzung dafür ist eine detaillierte Beschreibung des Geschichtsbildes und -konzeptes des zuvor (vgl. Kap. 6.4.1) eingeführten ‚HOS-Konsens‘.

7.1 Der ‚HOS-Konsens‘ aus Perspektive der akademischen Wissenschaftsgeschichte

7.1.1 Das Geschichtsbild des ‚HOS-Konsens‘

Aus Perspektive der Wissenschaftsgeschichte, die zusammenhängende historiographische Texte produziert und selbst im ‚populären‘¹²⁹ Bereich nur solche Formen wie Romane und Dramen diskutiert (vgl. Kap. 2.3.2), ist die ungeheuer starke Zergliederung von

¹²⁹Vgl. Fußnote 2 auf S. 11 der vorliegenden Arbeit.

Geschichte im Schulbuch das bei weitem auffälligste Merkmal. In einem Text mit unhistorischem Schwerpunkt tauchen im Schulbuch in großer Zahl und völlig unvermittelt Verweise der hier beschriebenen Typen 1 und 2 auf (vgl. Kap. 6.1.1). Selbst die teilweise mehrseitigen und mit eigener Überschrift versehenen Verweise des T3 stehen von einander isoliert und unter fachinhaltlichen Gesichtspunkten sortiert. Zudem finden sich im gesamten Schulbuchsample keine Referenzierungen, also Hinweise auf Primärquellen oder Sekundärliteratur, auch in den LehrerInnenbegleitmaterialien sind solche Hinweise zu vernachlässigen. Gleichzeitig weisen die Schulbücher zwar zahllose historische Primärquellen – insbesondere Portraits von Wissenschaftlern – auf, diese dienen aber offensichtlich illustrativen Zwecken und tragen nicht zu Aussagen über historische Zustände oder Prozesse bei. Historische Zitate hingegen finden sich häufig in bruchstückhaften So-Verweisen auf Kapiteleinleitungsseiten oder als Grundlage für fachinhaltliche Fragen in Aufgaben. Auch solche Primärquellen sind nicht mit einem Quellenbeleg versehen und daher nicht zurückzuverfolgen, was für eine vertiefende Auseinandersetzung im Unterricht nötig wäre.

Die völlige Abwesenheit von intertextuellen Bezügen führt letztendlich dazu, dass Schulbuchdarstellungen keinen inneren Zusammenhang aufweisen, keine erkennbare Forschungsposition gegenüber dem historischen Gegenstand entwickeln (können) und damit weder für SchülerInnen noch LehrerInnen eine Einbettung in den wissenschaftshistorischen Forschungsstand stattfindet. Grundlegende Fragen der Wissenschaftsgeschichte, etwa nach der Rolle interner und externer Faktoren in einem Forschungsprozess, den spezifischen Rollen von Theorie und Empirie oder der sozialen Dynamik innerhalb der scientific community können deshalb von Schulbuchdarstellungen nicht beantwortet werden. Entsprechend frei von Kontexten jeder Art präsentieren sich auch die einzelnen historischen Verweise: die beschriebenen Forschungsprozesse finden bis auf wenige Ausnahmen ohne eine Erwähnung von Faktoren wie Disziplinenentwicklung, gesellschaftliche Anforderungen und Folgen, institutionelle wie personelle Forschungsinfrastrukturen, Kommunikationsformen und Publikationswesen oder auch Technik (Apparate, Geräte) statt. Selbst andere Forschungsprozesse, die in einem engen Zusammenhang mit dem beschriebenen historischen Fall stehen, werden im Regelfall nicht berücksichtigt.

Diese Merkmale haben zur Folge, dass die zahllosen, sehr unterschiedlichen und wie gezeigt bis zu weit über 200 historischen Verweise in einem Werk (vgl. Kap. 6.1.2) nicht als zusammenhängende, in sich schlüssige Beschreibung der Entwicklung einer Wissenschaft wahrgenommen werden können. Aus Perspektive der modernen Wissenschaftsgeschichte liefert das zuvor beschriebene Konzept historischer Forschungsprozesse zwar starke In-

diktoren für eine Rahmung als „whig history“ (vgl. S. 19 f. der vorliegenden Arbeit). Deutlich unterrepräsentiert ist in Geschichte im Schulbuch aber die teleologische Grundtendenz, die alle vergangenen Ereignisse fast zwingend auf den gegenwärtigen und damit ‚bestmöglichen‘ Zustand hin organisiert. Entsprechend fehlen meist auch Hinweise auf ‚mythische‘ Momente in den Geschichtsrepräsentationen, die Einzelleistungen bestimmter Forscher (und sehr selten Forscherinnen) überhöhen und als besonders wichtigen Fortschritt hin zur Gegenwart ausweisen (vgl. Kap. 4.3.2 und S. 153 der vorliegenden Arbeit). Für solche gewissermaßen ‚hagiographischen‘ Tendenzen wären die kürzeren und längeren Biographien bestens geeignet, die immerhin etwa ein Zehntel aller Verweise prägen (vgl. S. 123 der vorliegenden Arbeit). Doch selbst darin finden sich kaum Wendungen, die etwa einen seiner Zeit vorauseilenden, gegen eine etablierte Meinung kämpfenden Forscher-Genius präsentieren. Vielmehr ist nur selten erkennbar, warum überhaupt biographische Informationen geliefert werden, die meist der Darstellung der eigentlichen Forschungsprozesse vorausgehen, für diesen aber keine erkennbare Relevanz besitzen, weil sie nicht wieder aufgegriffen werden.

Wegen dieser a-historiographischen Merkmale der Geschichte im Schulbuch ist es nicht möglich, sie nach Maßstäben der akademischen Wissenschaftsgeschichte – etwa vergleichbar der Rezension eines wissenschaftshistorischen Romans – zu beschreiben und zu diskutieren. Auch die beiden anderen innerhalb der Wissenschaftsgeschichte diskutierten Modelle „modernistischer“ und „postmodernistischer“ Geschichtsschreibung können deshalb für Geschichte im Schulbuch verworfen werden, da sich keines der auf S. 19 ff. der vorliegenden Arbeit beschriebenen Kernmerkmale nachweisen lässt. Es ist daher nur möglich, das Schulbuch-Geschichtsbild aus seinem eigenen Kontext heraus zu entwickeln und es im Anschluss aus wissenschaftshistorischer Perspektive als Repräsentationsform von Geschichte zu diskutieren.

In Kapitel 6.1 wurden drei Formen von historischen Verweisen im Schulbuch nach dem Grad ihrer Abweichung von der „narrative of nature“ differenziert und in ihrem Umfang erschlossen. Zentrales Merkmal dieser Formen ist die Feststellung eines bestimmten, singulären Ereignisses in der Vergangenheit wie einer ‚Entdeckung‘ oder der Entwicklung eines Verfahrens. Betrachtet man die dort differenzierten T1- und T2-Verweise, dann wird darin zwar keine ‚Geschichte geschrieben‘, in jedem dieser Verweise ist allerdings ein historischer Fakt benannt. Damit wird eine Vergangenheit naturwissenschaftlicher Erkenntnisse eingeführt und für den Leser sichtbar gemacht.

Implizit wird so eine Unterscheidung zwischen „früher“ und „später“ vorgenommen oder genauer: einem Zeitraum ohne das jeweilige Wissen, einen Zeitpunkt, an dem dieses Wissen hinzutritt und einen Zeitraum, in welchem es vorhanden ist. Diese Unterscheidung, welche in den motivierenden oder auch lernunterstützenden T1- und T2-Verweisen (vgl. Kap. 6.2.2) gewissermaßen nebenbei entsteht, wird regelmäßig durch formale Besonderheiten noch verstärkt, die in Kapitel 6.1.1 schon benannt wurden: den Einsatz von Präteritum und Plusquamperfekt, Temporaladverbien und Grad- bzw. Fokuspartikeln. Während eine entsprechende Zeitform für die Schilderung vergangener Ereignisse zwingend notwendig ist, stellen Adverbien und Partikeln gewissermaßen ‚fakultative‘ Elemente dar. Als solche verstärken sie aber den eben benannten ‚Trennungseffekt‘ historischer Zeiträume. Adverbien wie „früher“ legen insbesondere in Formulierungen wie „frühere Vorstellungen gingen davon aus“ (Cornelsen SII: 437) oder „früher nahm man an“ (Cornelsen SII: 165) nahe, dass sich solche historischen Zustände von „später“, als man etwas „identifizierte“ (Natura SII: 119) oder gar „heute“ unterscheiden ließen, wo man schlicht „weiß“ (Cornelsen SII: 78; Natura SII: 154).

Diese Formulierungen unterstellen zusätzlich, dass man in der Vergangenheit häufig mit Vermutungen arbeitete, während gegenwärtige Wissenschaft Wahrheiten produziert – Wissenschaft ist heute als der Logik des Textes gemäß ‚besser‘ als früher. „Entgegen früherer Hypothesen zeigte sich [...]“ (Natura SII: 282) deshalb Etwas, was nicht nur die Vorläufigkeit vorherigen Wissens betont, sondern diesem eine endgültige, eben einfach ‚gezeigte‘ Erkenntnis gegenüberstellt, wie es in ähnlicher Weise auch „gelang“ etwas „aufzuklären“ (Natura SII: 72). Gelegentlich wird darüber hinaus betont, dass bestimmte Forschungen „erstmal“ (Cornelsen SII: 209, 364) geschahen oder jemand als „erster“ (Natura SII: 147) eine Entdeckung machte, was ebenfalls eine Phase des Nichtwissens von einer des Wissens abtrennt und zudem einen Ursprung definiert: Erst ab diesem Zeitpunkt kann man also zu dem beschriebenen Bereich zuverlässige Aussagen treffen.

Dieser Effekt wird durch Grad- bzw. Fokuspartikeln noch verstärkt: Konnte etwas „bereits“ (Cornelsen SII: 347; Natura SII: 49) oder „schon“ (Cornelsen SII: 237; Natura SII: 114) zu diesem oder jenem Zeitpunkt gezeigt werden, entsteht der Eindruck, es hätte einer logischen und eben nicht historischen Ereignisfolge entsprechend später geschehen müssen. Es wird dadurch nahegelegt, es hätten sich Vorteile daraus ergeben, dass sich das Ereignis doch schon zu diesem Zeitpunkt ereignete. Erfolgte eine Entdeckung hingegen „erst“ (Cornelsen SII: 188; Natura SII: 98) in einem bestimmten Jahr, dann wird das Gegenteil unterstellt: Eigentlich hätte man es viel eher erwarten müssen, gewissermaßen

„lag es in der Luft“, aber es ereignete sich dann doch noch nicht. Hier wird nun unterstellt, die Geschichte hänge ihrem eigenen Ablauf hinterher und verzögere sich damit selbst. Deshalb waren „noch im 18. Jahrhundert [...] viele Biologen der Meinung, Spermien enthielten den erwachsenen Organismus in verkleinerter Form“ (Natura SII: 154), statt – wie augenscheinlich erwartet wird – etwas Anderes zu ‚wissen‘. Eine zusätzliche Bedeutungsebene ergibt sich daraus, dass die mit diesen Partikeln beschriebenen Ereignisse als bedeutend – weil unerwartet – kenntlich gemacht werden. Ob es sich um ein unerwartet frühes oder spätes Ereignis handelt, spielt dann keine Rolle mehr, relevant ist für die metawissenschaftliche Analyse vielmehr die Tatsache, dass nach einem bestimmten, nicht explizierten Maßstab ein Werturteil gefällt wird.

Die Betonung einzelner Forschungsergebnisse und/oder Personen findet sich auch in den ausführlicheren T3-Verweisen, in denen Geschichte sehr regelmäßig und vor allem *eigenständig* (vgl. 6.1.1) auftritt. Sie ist hier nicht nur ein ‚Begleitumstand‘ fachlichen Wissens, sondern zumindest über einige Sätze hinweg der eigentliche Inhalt. Während in den T1- und T2-Verweisen einzelne historische Aussagen getroffen werden, stehen diese hier in einem bestimmten, eben historischen Zusammenhang. T3-Verweise sind zwar deutlich länger als die beiden anderen Formen, benennen aber wiederum nur einzelne Ereignisse, die, obgleich in einem inhaltlichen Zusammenhang, häufig in einer einfachen Reihe stehen. Ein besonders prägnantes Beispiel ist der kürzeste der lehrplanrelevanten T3-Verweise zur Mikroskopie im Sample, der einleitende Abschnitt eines Unterkapitels „Bau einer Pflanzenzelle“ in Erlebnis R 3:

„Im 17. Jahrhundert bauten Wissenschaftler die ersten Lichtmikroskope. Dadurch tat sich dem Menschen eine bis dahin unbekannte Welt auf. Aber erst seit dem 19. Jahrhundert untersuchten Botaniker pflanzliche Gewebe und deren Zellen genauer.“ (18)

Hier sind es zwei Ereignisse, die Konstruktion eines neuen Instrumentes und damit die Entstehung neuen Wissens, und die „aber erst“ 200 Jahre spätere erfolgte, „genauere“ Untersuchung von Gewebe. Neben der Betonung einzelner Ereignisse wird auch hier mit Grad- bzw. Fokuspartikeln zusätzliche Bedeutung generiert. In den meisten ausführlichen Darstellungen der Mikroskopiegeschichte in Biologieschulbüchern ist in dieser Weise immer von einer Reihe historischer Akteure die Rede, in Bio Plus G 2 (6) etwa von Antony van Leeuwenhoek, der leistungsfähige Einlinsenmikroskope baute, Robert Hooke, der den Begriff „Zelle“ prägte oder Jakob Matthias Schleiden und Theodor Schwann als ‚Urheber‘

der Zellenlehre. Auch hier werden die etwa 150 Jahre zwischen Leeuwenhoek/Hooke und Schleiden/Schwann einfach übersprungen, in anderen Werken hingegen überbrückt:

„Bis in das erste Drittel des 19. Jahrhunderts trugen andere Naturforscher eine Fülle von Einzelbeobachtungen über den mikroskopischen Bau der Organismen zusammen.“ (Natura G: 10)

Etwas Erwähnenswertes geschieht allerdings immer nur an jenen Stellen, an denen wieder konkrete Namen oder Ereignisse benannt werden, in diesem Fall sind es Schleiden und Schwann, die die Zellenlehre begründeten.

Dieser ‚Betonungseffekt‘ ist natürlich nicht auf die Mikroskopie oder auch die Sekundarstufe I beschränkt. Im Linder SII-Teilkapitel zur „Übertragung von Nucleinsäuren durch Bakterien und Viren“ (340) etwa „[...] führte [1928] der englische Bakteriologe F. GRIFFITH Versuche mit *Pneumokokken*-Stämmen durch.“ Nach einer ausführlichen Schilderung dieser Versuche heißt es dann:

„GRIFFITH konnte das Ergebnis dieser Transformationsversuche allerdings noch nicht richtig deuten. Erst dem amerikanischen Chemiker O. AVERY und seinen Mitarbeitern gelang es 1944 nachzuweisen [...].“

Die gesamte Forschung zur „Transformation“ wird damit auf zwei Einzelereignisse reduziert, gleichzeitig stellt man so aber auch eine bestimmte Art von Abhängigkeit fest: Eine ältere und/oder zentrale Hypothese wird durch spätere Experimente bestätigt, was sich auch an einigen anderen Stellen findet (Natura SII: 126; Natura G: 168; Bio VuW 3 R: 136). Gelegentlich werden im Text ‚Behauptungen‘ mithilfe neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse endgültig widerlegt, etwa der mittelalterliche „Aberglauben“ über die Lebensentstehung (Duden G: 514) oder die „Herrschaft der höchst eigenartigen Vorstellungen“ (Natura G: 288) zur Vererbung durch die Forschungen Mendels. Doch selbst diese Art Wechselwirkungen zwischen historischen Ereignissen sind im gesamten Sample nur sehr selten anzutreffen. Zudem entsteht hier parallel der Eindruck, Wissenschaftsentwicklung bestünde allein in der Ablösung vorläufiger, letztendlich aber unzureichender Beschreibungen von Natur. In dieser Logik sind erst nach einem bestimmten Zeitpunkt, in einer zweiten, bis zur Gegenwart reichenden Forschungsphase wahre Aussagen möglich.

Ist nur ein einzelner Wissenschaftler mit seinen Forschungen Gegenstand von T3-Verweisen, dann ist das Bild der ‚Problemlösung‘ und ‚Verbesserung‘ darin teilweise noch deutlich stärker, aber auch unauffälliger. Schritt für Schritt nähern sich Priestley (Duden

G: 334), Koch (Natura G: 176) oder auch Mendel (in praktisch jedem Werk) mit ihren Beobachtungen und Versuchen einem bestimmten, im Schulbuch beschriebenen und auch heute noch gültigen Wissen an, was gelegentlich und besonders im Falle Darwins auch betont wird (Natura G: 342; Linder SII: 493; Duden SII: 381). Wiederum wird damit ein Ausgangszustand des Unwissens beschrieben, der am Ende der Darstellung des jeweiligen Forschungsprozesses in ‚wahres‘ Wissen mündet.

Dieses Konzept prägt auch die meist ausführlichsten historischen Darstellungen eines Schulbuches, jene zur Entwicklung der Evolutionslehre. Üblicherweise werden darin die einzelnen Konzepte – meist antike Vorstellungen, dann Cuvier, Lamarck und zum Schluss Darwin – in eine Reihe gestellt, die bei Letzterem endet. Tatsächlich gehen nur ein Werk der Sekundarstufe I (Bio Plus 3: 102 f.) und drei Werke der Sekundarstufe II (Bio heute SII: 347 f., 409; Duden SII: 358 ff., 386 f.; Cornelsen SII: 260) überhaupt dezidiert auf nachfolgende Evolutionskonzepte und insbesondere die heute als ursprüngliches modernes Evolutionskonzept angesehene „Synthetische Theorie“ (vgl. Junker & Hoßfeld 2009) ein. Und nur in Duden SII (386 f.) finden sich verschiedene moderne Evolutionskonzepte gegenübergestellt, statt, wie in allen anderen Werken, die einzelnen Theorien und Modelle seriell anzuordnen, an einem spezifischen Punkt – eben meist Darwin – enden zu lassen und damit dort den letzten entscheidenden Schritt der Entwicklung dieses Wissenschaftszweiges zu verankern. Die Folge der Einzelschritte führt dabei immer in einer Art ‚Addition‘ einzelner Erkenntnisse oder qualitativ andersartiger Beschreibungen von Naturphänomenen auf ein bestimmtes Ziel hin, mit dem die Darstellung abschließt.

Diese Effekte lassen sich auch an Stellen nachweisen, mit denen offensichtlich eine andere Absicht verfolgt wird. So führen mehrere Werke für die Sekundarstufe II im Stoffgebiet Verhaltensbiologie bestimmte Forschungszeige, zumeist die klassische Ethologie und den Behaviorismus, parallel in einer historischen Darstellung anhand ihrer Protagonisten ein (Bio heute SII: 332 f.; Linder SII: 263; Natura SII: 274). In Duden SII (465) wird nur die klassische Ethologie und deren ‚schuleninterne‘ Differenzierung dargestellt, doch auch dort finden sich auffällige Unterschiede zwischen verschiedenen Forschungsmethoden und den Ergebnissen dieser Untersuchungen. Für Schulbücher völlig unüblich werden in all diesen Werken verschiedene NOS-relevante Faktoren wie die historische Dynamik einer scientific community, die Möglichkeit unterschiedlicher Deutungsansätze gleicher Vorgänge in der Natur und daraus resultierende Kontroversen angesprochen und inhaltlich unterfüttert. Diese ungewöhnliche Repräsentation historischen Geschehens bricht dann im Text aber plötzlich ab und weicht der üblichen, reihenden Darstellungsform. So ent-

steht selbst hier der Eindruck, die verschiedenen Richtungen hätten *nur* zur Anhäufung von Erkenntnissen beigetragen – eventuell vorhandene Kontroversen wurden demzufolge einzig durch mehr Wissen beigelegt.

All diese Merkmale der einzelnen Verweise zeichnen in ihrer Summe ein recht spezifisches, geschichtsbasiertes Bild der Wissenschaftsentwicklung. Wie in Kapitel 6.1.1 erläutert, treten in T1- und T2-Verweisen die historischen Daten zu fachlichen Inhalten hinzu, die in der schulbuchüblichen Form geschildert werden. Immer und immer wieder wird dort darauf hingewiesen, dass zu einem bestimmten Zeitpunkt etwas hinzukam – eben jenes fachliche Wissen, das von Geschichte begleitet wird. Jahreszahlen und Namen lassen diese Ereignisse des Zuwachses noch deutlicher hervortreten, ohne dass sie zum Verständnis der entsprechenden Fachinhalte beitragen würden oder gar einen Lerninhalt darstellten.

Gleiches gilt auch für die T3-Verweise, in denen die Reihung mehrerer historischer Ereignisse innerhalb eines bestimmten thematischen Rahmens die Betonung auf Ergebnisse in Form von Forschungsmethoden oder neuem Wissen und die damit verbundenen historischen AkteurInnen legt. Vergangene Ereignisse werden hier wie auch in den kürzeren Verweisformen ausschließlich anhand einer modernen Erwartungshaltung bewertet, der zufolge etwas „bereits“ oder „erst“ zu einem bestimmten Zeitpunkt geschah, Vermutungen widerlegt oder etwas Neues einfach nur „gezeigt“ wurde. Obgleich natürlich nicht in jedem Verweis solche Formulierungen vorhanden sind, muss die durch sie nahegelegte, zeitliche Veränderung der Qualität von Forschung als wesentliches Moment des schulbuchspezifischen Bildes historischer Wissenschaftsentwicklung betrachtet werden. Dieses Moment setzt auf die immer wieder aufgewiesene ‚Trennung‘ verschiedener Phasen auf, die sich durch alle Verweise zieht und ‚nur‘ das Anwachsen eines disziplinären Wissenskonvolutes aufzeigt. Den Prozess wissenschaftlicher Erkenntnisproduktion zeichnet dem Schulbuch zufolge daher letztendlich nur ein Merkmal aus: Die Anhäufung von ‚wahrem‘ naturwissenschaftlichen Wissen über die Zeit hinweg.

7.1.2 Die Eigendynamik des ‚HOS-Konsens‘ als Repräsentationsform von Geschichte

Auf Grundlage der Schulbuchanalyse ist es also möglich, ein bestimmtes, wenn auch recht merkmalsarmes Bild der Wissenschaftsentwicklung in historischen Verweisen im Biologie-schulbuch nachzuzeichnen. Offen bleibt noch, inwiefern dieser Beschreibung bestimmte

Prinzipien historischer Repräsentation zugrunde liegen. Wie auf S. 32 der vorliegenden Arbeit festgestellt wurde, hat sich die Wissenschaftsgeschichte im Unterschied zur ‚Allgemeingeschichte‘ bisher kaum mit den geschichts- und narrationstheoretischen Grundlagen der von ihr produzierten Darstellungen auseinandergesetzt. Damit fehlen auch geeignete Beschreibungsmuster für die Merkmale wissenschaftshistorischer ‚Erzählungen‘ über die vertraute Differenzierung von ‚professionalisierter‘ und ‚populärer‘ Wissenschaftsgeschichte – etwa in Romanform – hinaus. Die daraus entwickelte Charakterisierung ‚populärer‘ Darstellungen als mythisch-überhöhende Fokussierung auf Konflikte und Individuen (vgl. S. 31 der vorliegenden Arbeit) lässt sich für Geschichte im Schulbuch jedenfalls nicht bestätigen (vgl. auch S. 153 der vorliegenden Arbeit).

Sieht man vom auffälligen ‚Mangel‘ an paradigmatisch wirksamen Einzelfallschilderungen ab, dann bestätigt der damit vollzogene Rückgriff auf bisherige Auseinandersetzungen mit Wissenschaftsgeschichte in der naturwissenschaftlichen (Aus-)Bildung die schon benannten Merkmale (vgl. Kap. 6.4.1). Nur bekannte Effekte also, doch genau dies ist eigentlich nicht selbstverständlich: Untersuchungen, die im englischsprachigen Raum Physiklehrbücher für die Universitätsausbildung in den Blick nahmen, weisen aus Perspektive des Faches Wissenschaftsgeschichte die gleichen Merkmale aus, wie die vorliegende Studie. Damit existiert eine systematische Parallele zur naturwissenschaftspädagogischen Perspektive, die in Kapitel 6 den Schwerpunkt bildete. Auch dort ließen sich über Fach- und Schulkulturgrenzen hinweg bestehende Gemeinsamkeiten für Schulbücher aufweisen. Kombiniert man beide Ergebnisgruppen miteinander, dann legen sie nahe, dass zumindest seit mehreren Dekaden¹³⁰ ganz verschiedenen Zielgruppen naturwissenschaftlicher Lehrwerke ein identisches Geschichtsbild und damit Modell der Wissenschaftsentwicklung präsentiert wird; im Einzelnen amerikanischen, brasilianischen, kanadischen, spanischen und deutschen SchülerInnen wie StudentInnen in den Fächern Biologie, Chemie und Physik und dies trotz unterschiedlicher institutioneller, disziplinärer und pädagogischer Rahmenbedingungen.¹³¹ Dieses historische Entwicklungsmodell wird in der Sekundarstufe II und damit in der Annäherung an die Hochschulausbildung besonders deutlich. Dort finden sich nicht nur sehr viel mehr historische Verweise als in der Sekundarstufe I, Geschichte hat durch die relative Häufung von T2-Verweisen auch eine sehr viel stärker auf die Reihung von ‚Erkenntnisereignissen‘ orientierte Gesamtstruktur.

¹³⁰ Farías, Castelló E. & Molina C. (2012) zufolge sogar schon seit 1845.

¹³¹ Vgl. für die Studien zu den unterschiedlichen Gruppen Fußnote 77 auf S. 78.

Als selbstverständlich muss innerhalb der Wissenschaftsgeschichte hingegen gelten, dass es sich bei Geschichte im Lehrwerk um eine grundlegend ‚andere‘ Form von historischer Repräsentation handelt. Die Ergebnisse entsprechender Analysen (vgl. Kap. 2.3.3) konnten für das vorliegende Sample in gewissen Grenzen bestätigt werden. Gerade Kuhns Beschreibung, der zufolge mit „gelegentlichen Hinweisen“ auf die Geschichte der Eindruck einer Traditionslinie erweckt wird (vgl. S. 34 der vorliegenden Arbeit), kann von der hier vorgenommenen Untersuchung gestützt werden, tragen doch praktisch alle historischen Verweise zu einer Tradition der Wissensneuschöpfung bei. Auch Traweeks Erörterung geschichtsbezogener Rhetorik, in welcher Adverbien als Mittel der Generierung einer Reihung logisch aufeinander aufbauender Ereignisse interpretiert werden (vgl. S. 35 der vorliegenden Arbeit), lässt sich direkt auf die vorgefundenen Verweise anwenden. Weniger deutlich hingegen ist der von Kuhn wie Traweck betonte ‚exemplarische‘ Charakter historischer AkteurInnen und Forschungsprozesse, die im Falle Kuhns Eigenschaften des Paradigmas aufzeigen bzw. bei Traweck als ‚role model‘ dienen sollen. Dafür wäre jener Typ historischer Darstellungen bestens geeignet, der von Skopek als „virtual historical environment“ bezeichnet wurde. Solche Passagen, in denen ein detaillierter Nachvollzug einzelner historischer Forschungsprozesse einen Zugang zu spezifischen Paradigmenmerkmalen schafft, sind allerdings sehr selten. Darüber hinausweisende Züge disziplinärer Zugänge werden aber, wie auch in Skopeks Untersuchung früher amerikanischer Genetiklehrbücher, vor allem durch eine Organisation des Lehrstoffes um das historische Fallbeispiel Mendels deutlich. Sehr viel häufiger als Skopeks „environments“ sind voneinander abgetrennte, historische Einzelprozesse in Form von T3-Verweisen. Wie von Kuhn vor allem für Hochschullehrbücher der Physik beschrieben, sind sie auch im hier untersuchten Sample nach der Lehrbuchsystematik und nicht im historischen Zusammenhang angeordnet und sorgen für ein lineares, von Wachstum geprägtes Bild der Wissenschaftsentwicklung (vgl. Kap. 7.1.1).

Dieser Charakteristik von Geschichte in der naturwissenschaftlichen (Aus-)Bildung liegt notwendiger Weise eine spezifische Dynamik zugrunde, die bestimmte historische Repräsentationsformen in pädagogischer Absicht stabilisiert und deshalb anders als die akademische Wissenschaftsgeschichte keine historiographische Absicht verfolgt. Die Lehrbuch-Geschichte beschreibt Kuhn als obligatorischen (Kindi (2005) zufolge gar als notwendigen) Bestandteil naturwissenschaftlicher Hochschulausbildung (vgl. Kap. 2.3.3). Ihre Aufgabe ist die Orientierung auf ein disziplinäres Paradigma und damit Element der Vorbereitung

einer eigenständigen Tätigkeit als Wissenschaftler. Diese Funktion allerdings ist mit den Aufgaben von Wissenschaftsgeschichte in schulpädagogischer Perspektive nicht vereinbar.

Tatsächlich ergibt sich aufgrund des in Kapitel 4.1.2 beschriebenen Bildungsschwerpunktes „NOS education“ eine geradezu paradoxe Situation: Deren Ziel ist nicht die von Kuhn beschriebene disziplinäre Sozialisation, sondern die kritische Auseinandersetzung mit metawissenschaftlichen Merkmalen und damit durchaus auch solchen Sozialisations-effekten. Dies würde bedeuten, dass Geschichte im Schulbuch gerade im NOS-Bereich die pädagogischen Anforderungen deshalb nicht erfüllt, weil diese den fest verankerten, paradigmatischen Grundprinzipien von Geschichte in der naturwissenschaftlichen Ausbildung zuwiderlaufen. Traweek zufolge ist das historische Beschreibungsmuster in Hochschullehrbüchern zudem auf frühe Ausbildungsphasen beschränkt. Die damit transportierten Rollenbilder werden in der postgradualen Phase durch andere ersetzt, die nicht notwendig über Wissenschaftsgeschichte vermittelt werden – was allerdings in schulischen Zusammenhängen nicht geschieht. Wenn Schul- und Hochschulgeschichte also identische Merkmale aufweisen, dann bedeutet dies nichts anderes, als dass Schülerinnen und Schülern ein unvollständiges und eigentlich vorläufiges Geschichts- und damit Wissenschaftsbild kennenlernen.

Kuhn und Traweek liefern gute Gründe für die *Existenz* dieser spezifischen Geschichtsform und erlauben die Ableitung immanenter Probleme für den Schulkontext. Sie bieten aber keine Erklärungsansätze dafür, dass diese Geschichte als ‚HOS-Konsens‘ im Schulbuch anwesend und damit an ein SchülerInnen-Publikum gerichtet ist. Dies wiederum lässt sich mit spezifisch pädagogischen Rahmenbedingungen erklären, welche das Fach Wissenschaftsgeschichte bisher nicht in den Blick nahm: Als Produzenten von Geschichte im Schulbuch haben SchulbuchautorInnen wie FachdidaktikerInnen eine naturwissenschaftliche Ausbildung (unterschiedlicher Intensität) absolviert und sind deshalb mit der ‚paradigmatischen‘ Hochschulform von Wissenschaftsgeschichte vertraut. Sie ist ein alltäglicher Bestandteil dieser Ausbildung und dabei hochgradig selbstreferentiell. Bedenkt man die Rolle der „nature of science“ und damit auch der Wissenschaftsgeschichte in der LehrerInnenausbildung (vgl. Kap. 3.2.2), dann verfügen FachdidaktikerInnen und Lehrkräfte weder als SchulbuchautorInnen noch als -nutzerInnen und damit -kritikerInnen über eine hinreichende Kompetenz für historische bzw. metawissenschaftliche Inhalte. Ihre einzige Arbeitsgrundlage in historischer Hinsicht ist jene Geschichte, die schon immer Teil der Hochschulausbildung war und deshalb auch weiterhin dazu gehört.

Mit dieser Hochschulherkunft der standardisierten und kanonisierten historischen Ver-satzstücke im Schulbuch ließe sich auch ihre weitestgehende Unabhängigkeit von den curricularen Anforderungen etwa in Lehrplänen erklären (vgl. Kap. 6.2.3). Bestimmte historische Inhalte sind dort zwar vermerkt, dabei könnte es sich allerdings um eine Art ‚Traditionseffekt‘ auf Basis der ganz selbstverständlichen Anwesenheit des ‚HOS-Konsens‘ in der Hochschulausbildung zu handeln, wo dieser keiner Rechtfertigung bedarf. Er wurde möglicherweise davon ausgehend und insbesondere durch FachlehrerInnen erst in Schulbü-chern und später curricularen Anforderungsprofilen (Lehrplänen und Bildungsstandard-dokumenten) verankert. Heute nun erscheint die Anwesenheit in solchen Dokumenten als Ausgangspunkt und Begründung für den Schuleinsatz, war vielleicht aber der letzte Schritt einer längeren Entwicklung.

Die Eigendynamik der Ausbildungsgeschichte könnte auch eine Begründung dafür lie-fern, dass die unauffälligen T1- und T2-Verweise trotz fachinhaltlicher und -didaktischer Irrelevanz überhaupt in Schulbüchern existieren und dies auch noch mit einem rela-tiv stabilen Verhältnis zueinander: Daten wie die Namen historischer Persönlichkeiten oder Zeitpunkte sind als formaler Textbestandteil auch in Hochschullehrbüchern selbstver-ständlich, jedoch nicht als eigenständiger Inhalt vorherbestimmt. Als dieses obligatorische Element naturwissenschaftlicher Leseerwartung werden sie in großer Vielfalt und je nach AutorInnen, Verlag und Werk sehr unterschiedlicher Anzahl auch in die Schulbücher hineingeschrieben. Spezifische didaktische Kontexte sind dafür nicht notwendig, die Ver-weise besitzen deshalb aber auch den beschriebenen „Add on“-Charakter (vgl. S. 78 der vorliegenden Arbeit). Dieser ist auch auf die rhetorische Grundlage des Schulbuchtextes – die „narrative of nature“ – zurückzuführen.

Im Ausbildungskontext werden daher keine spezifischen Strategien für den Umgang mit historischen Inhalten erkennbar, vielmehr orientiert sich deren Form an der Darstellung der übrigen, vor allem fachinhaltlichen Textbestandteile (vgl. Kap. 6.1.1). Entsprechend legen einige ausführlichere historische Verweise nahe, dass den AutorInnen jene ‚histo-riographischen‘ Kompetenzen fehlen, die solche Repräsentationen zu einem schlüssigen Ende führen könnten. Jeder der weiter vorn angeführten Verweise zur Verhaltensbiologie beispielsweise (vgl. S. 166 f. der vorliegenden Arbeit) bleibt eine Antwort auf die Frage schuldig, warum der kontroverse Charakter früherer Verhaltensbiologie überhaupt zur Sprache gebracht wurde, wenn er dann weder erklärt, noch in einen Zusammenhang gestellt wird. Durch die Forderung der „narrative of nature“ nach ‚wahren‘, endgültigen

Aussagen geht historisch-inhaltliche Dynamik und damit auch ein möglicher Verständniszugewinn für die Produktionsbedingungen wissenschaftlicher Erkenntnisse verloren.

Diese spezifische Dynamik von Ausbildungsgeschichte hat jedoch nicht nur eine begrenzende und stabilisierende Funktion, wie insbesondere an den Unterschieden zwischen einzelnen Werken und vor allem ihren Begleitmaterialien deutlich wird. Hier greifen die eigenwilligen Produktionsbedingungen von schulischen Lehrwerken als eine zweite wesentliche Grundlage für Geschichte im Schulbuch neben dem Hochschul-,HOS-Konsens': Unter dem Druck des Schulbuchmarktes versuchen sowohl die AutorInnen als auch die Verlage Alleinstellungs- und Abgrenzungsmerkmale zu generieren. In Anbetracht der inhaltlich notwendigerweise stark vereinheitlichten Schulbücher ist dies vor allem über deren Layout und didaktische Ausgestaltung, stärker noch mithilfe der kaum regulierten Begleitmaterialien möglich. Diese scheinen eine Art medialen Freiraum für unterschiedliche didaktische Ansätze und damit auch historische Repräsentationsformen hervorzubringen – zumindest ist die Flexibilität der Materialien empirisch besonders auffällig. Im Buch selbst hingegen sind die Effekte unterschiedlicher Konzeptionen auf die historischen Verweise eher gering und nur im Falle von Duden SII deutlich erkennbar: Hier existiert ein historisches Einführungskapitel und ein Großteil der T2-Verweise ist in den Marginalien untergebracht, häufig begleitet von Abbildungen. Solche Zusatzmaterialien und auch die formale Position der Verweise (Haupttext oder Marginalien: obligatorisch oder fakultativ) erlauben aber keine Rückschlüsse auf die Funktion von Geschichte im Buch (vgl. S. 124 der vorliegenden Arbeit) und tragen daher auch nicht zu einer wirksamen didaktischen Differenzierung bei.

Der Befund weitestgehend identischer Merkmale von Geschichte in unterschiedlichen naturwissenschaftlichen Ausbildungskontexten und dessen Konsequenzen sind in der Wissenschaftspädagogik bisher nicht diskutiert worden, entsprechende Hinweise ließen sich in der Literatur nicht finden. Vor dem Hintergrund von Kuhns Konzept existiert zwar seit den 1960er Jahren eine anhaltende Debatte um die Möglichkeiten und Formen von Wissenschaftsgeschichte in der Ausbildung (vgl. S. 83 der vorliegenden Arbeit). Dass diese dort je nach Zielgruppe durchaus unterschiedlich repräsentiert werden könnte und aufgrund pädagogischer Eigendynamik im Bereich der Schule vielleicht schlicht das falsche Publikum adressiert, wurde bisher nicht problematisiert.

Vergleichbare Effekte pädagogischer Kontexte ließen sich möglicherweise auch für die Hochschulausbildung nachweisen, dazu liegen aber noch keine Untersuchungen vor. Sie könnten Anhaltspunkte dafür liefern, dass auch die in Hochschullehrbüchern vorgefundene

Geschichte nicht allein auf Kuhns Rahmung als eine Kombination aus den Anforderungen des disziplinären Paradigmas und der Neuorganisation von Geschichte nach systematisch-fachinhaltlichen Gesichtspunkten zurückzuführen ist. In Kuhns wissenschaftshistorischer Rahmung wird der Eindruck erweckt, diese wäre ein Merkmal des disziplinären Paradigmas, könnte aber letztendlich ebenso gut auf die medialen Eigenschaften von Lehrwerken zurückzuführen sein.

Damit ließe sich auch erklären, warum Kuhn zufolge eine paradigmatische Zielstellung ‚mythische Darstellung‘ und vorbildhaft-exemplarische Forschungsprozesse einfordert, die in dieser Form in Schulbüchern kaum vorhanden sind. Solche Merkmale wären dann Effekte des anderen medialen und pädagogischen Rahmens der Hochschulausbildung. Dieser bringt in seiner spezifischen Eigendynamik die von Kuhn beschriebenen und als paradigmatisch gedeuteten Muster hervor, welche für den ‚HOS-Konsens‘ aktueller Schulbücher und ihre Rahmenbedingungen hingegen nicht obligatorisch sind. Die Ursache für Form und Wirkung von Wissenschaftsgeschichte in (Aus-)Bildungszusammenhängen wäre dann nicht in der jeweiligen Rolle von Wissenschaftsgeschichte, sondern deren spezifischen Repräsentationsmöglichkeiten innerhalb dieser Kontexte zu suchen.

7.2 Das Verhältnis zwischen pädagogischer Wissenschaftsgeschichte, naturwissenschaftlicher Bildung und dem Fach Wissenschaftsgeschichte

7.2.1 Zustandsbeschreibung

Für die naturwissenschaftliche Bildung in Schule und Hochschule als Gesamtheit ist die Wissenschaftsgeschichte nur ein Nebenschauplatz unter vielen. Sie ist dort so eigenständig wie didaktisch unauffällig und stellt damit einen gewissermaßen unbewussten Gegenstand der naturwissenschaftlichen Bildung dar – mit erheblichem Einfluss auf die öffentliche Wahrnehmung von Wissenschaft. Auf Basis der Analyse von Geschichte im Biologieschulbuch und deren Beschreibung als ‚HOS-Konsens‘ soll hier nun auf die Wechselwirkungen zwischen der Geschichte im Schulbuch, den Rahmenbedingungen naturwissenschaftlicher (Aus-)Bildung und dem akademischen Fach Wissenschaftsgeschichte eingegangen werden. Wie in Kapitel 2.3 dargestellt, ist es heute eine wesentliche Aufgabe der Wissenschaftsgeschichte als Fach, die Rolle und Wirkung öffentlicher Repräsentationen von Wissenschaft und eben auch von Wissenschaftsgeschichte zu analysieren. Einleitend zur vorliegenden

Studie wurde vorgeschlagen, darüber hinauszugehen und auch danach zu fragen, inwiefern die Wissenschaftsgeschichte als Fach mit der ‚öffentlichen Wissenschaftsgeschichte‘ in Interaktion treten kann (vgl. Kap. 1). Im Folgenden werden deshalb vorhandene und potentielle (vgl. Kap. 7.2.2) Anschlussmöglichkeiten diskutiert. Ausgangspunkt dafür ist eine Neubestimmung des Verhältnisses zwischen der Geschichte im Schulbuch und ihrem naturwissenschaftspädagogischen Kontext. Dafür sollen zuerst die zwei zentralen Publikumsmodelle zur Kommunikation über Wissenschaft (vgl. Kap. 3.1.1) und die daraus ableitbaren NOS-Konzepte mit den Merkmalen des ‚HOS-Konsens‘ abgeglichen werden.

In Kapitel 6.4.2 wurde festgestellt, dass Geschichte als Schulbuchinhalt den Status absoluten Wissens inne hat und sich daher aus einer Vielzahl von ‚ExpertInnen‘-Botschaften an naturwissenschaftliche LaiInnen zusammensetzt. Entsprechend seiner Aufgabe innerhalb des „deficit models“ transportiert das Medium Schulbuch diese Botschaften an SchülerInnen als Zielpublikum – im Falle von Geschichte etwa historische Fakten wie die Namen von WissenschaftlerInnen, Jahreszahlen von Entdeckungen oder Versuchsabläufe. Innerhalb der klassischen „scientific literacy“, die dem „deficit model“ zuzuordnen ist, sollen dabei drei Bildungsdimensionen vermittelt werden: konzeptionelle (z. B. Konzepte, Begriffe), prozedurale (z. B. Methoden) und kontextuelle (z. B. gesellschaftliche Bedingungen und Folgen) „scientific literacy“ (vgl. S. 41 der vorliegenden Arbeit). Diese sind im Schulbuch aber nicht gleichberechtigt. Wie die vorliegende und auch einige frühere Studien zeigten (vgl. S. 78 der vorliegenden Arbeit), liegt der Schwerpunkt auf konzeptionellen und in geringerem Maße prozeduralen Aspekten von Wissenschaft. Prozedurale Aspekte sind im vorliegenden Material vor allem Verfahrensabläufe und Fachmethoden, nicht aber abstrakte Prinzipien wissenschaftlicher Erkenntnisproduktion, kontextuelle Aspekte spielen keine Rolle. Die „nature of science“ (vgl. Kap. 3.2.1) ist als Vermittlungsgegenstand daher weitestgehend abwesend.

Da es sich bei der „nature of science“ um einen zentralen Bildungsgegenstand auch innerhalb des „deficit models“ handelt, müssten sich entsprechend der Logik dieses Modells im Text zahlreiche explizite Aussagen zum Wesen naturwissenschaftlicher Forschung im Umfeld historischer Verweise nachweisen lassen, die als ‚Botschaften‘ über solche Inhalte fungieren können. An praktisch keiner Stelle tritt dies jedoch in Erscheinung. Vielmehr finden sich in jedem Werk einige implizite NOS-Aussagen, die voneinander isoliert stehen und sehr unterschiedliche Aspekte ansprechen. Ein schlüssiges und dem NOS-Konsens vergleichbares Bild von naturwissenschaftlichen Forschungsprozessen ist auf dieser Grundlage nicht zu entwickeln. Das Schulbuch verfehlt also seine Aufgabe, die „nature of science“

als einen Konsens an Schüler und Schülerinnen weiterzugeben und schließt als Leitmedium schulischer Bildung (vgl. Kap. 5.1.1) dieses Thema damit praktisch aus dem Unterricht aus. Die Aufmerksamkeit wird vollständig auf fachwissenschaftliches Wissen gelenkt. Empirisch ist daher die Unterstützung beim Lernen von Konzepten und Methoden die am häufigsten nachweisbare Funktion von Wissenschaftsgeschichte im Schulbuch; einen ähnlich hohen Stellenwert hat ‚Geschichte an sich‘ als fachwissenschaftliches Wissen (vgl. Kap. 6.2.2). Die didaktisch-strukturellen Möglichkeiten historischer Repräsentation – etwa in Form geschichtsbezogener Fragen oder weiterführender Literaturhinweise – werden aber auch auf diese beiden Funktionen hin nicht ausgereizt.

Der Mangel an „nature of science“-Bezügen hat tatsächlich aber nicht die Abwesenheit von NOS-Aussagen zur Folge. Wie in Kapitel 7.1.1 gezeigt wurde, generieren unzählige historische Verweise ein spezifisches Geschichtsbild und damit auch ein bestimmtes Bild naturwissenschaftlicher Forschungsprozesse. Es wird an keiner Stelle explizit artikuliert, informiert aber als *einzig*e Quelle für solche Aspekte im Schulbuch das Wissenschaftsverständnis der SchülerInnen.¹³² Dieses Bild transportiert ein ganz eigenes NOS-Verständnis: Im Regelfall entsteht eine Erkenntnis quasi aus dem Nichts, wird ein Mechanismus bloß entdeckt, ein Phänomen bloß beschrieben, eine These bloß bestätigt. Es wird unterschlagen, dass es sich bei diesen ‚Ereignissen‘ um komplexe Prozesse mit einer Vielzahl von epistemischen, historischen sowie sozialen Bedingungen und Folgen handelt. Selbst detailliert beschriebene Forschungsprozesse geraten so zu einem ‚Entdeckungsereignis‘: dem erstmaligen Abarbeiten eines einfachen Rezeptes zum Einstellen eines bestimmten Ergebnisses.¹³³ Jene wenigen, meist impliziten Aussagen, die ein differenzierteres Bild vom ‚Wesen naturwissenschaftlicher Forschung‘ zeichnen (vgl. Kap. 6.3), können vor diesem Hintergrund nur schwer generalisiert und auf andere Beispiele übertragen werden. Daraus resultiert der Eindruck, nur in den genannten Fällen wären bestimmte Phänomene wie Vorläufigkeit oder Kontextabhängigkeit aufgetreten. In diesem Flickenteppich von mehr oder weniger unsichtbaren NOS-Aussagen sind aber jene ‚Maschen‘ in der Überzahl, in denen solche Aspekte keine Rolle spielen.

Polemisch gewendet lässt sich dem zuvor beschriebenen ‚HOS-Konsens‘ daher ein ganz eigener ‚NOS-Konsens‘ an die Seite stellen, der diesen Namen aufgrund seines geringen metawissenschaftlichen Gehaltes kaum verdient:

¹³²Sieht man von den kurzen, abstrakten NOS-Kapiteln in Duden SII und Linder SII ab.

¹³³Man vergleiche etwa die Darstellung von Hans Spemanns Determinationsexperimente an Molcheiern in Cornelsen SII (220).

Wissenschaft ist die von Menschen (und vor allem Männern) betriebene Anhäufung von immer mehr und immer genauerem Wissen über die Natur. Dieses Wissen ist das Ergebnis von Beobachtungen und Versuchen, aber auch von Nachdenken.

Darüber hinausgehende Merkmale wissenschaftlicher Erkenntnisproduktion in historischen Verweisen lassen sich zudem nur als Negation zu den Aussagen der konsensuellen „NOS education“ formulieren (vgl. S. 51 der vorliegenden Arbeit): Im ‚NOS-Konsens‘ des ‚HOS-Konsens‘ ist Wissenschaft nie vorläufig, sondern bestenfalls ungenau; sie kennt keine disziplinären oder sozialen Rahmenbedingungen; ihre Forschungsprozesse werfen nie Fragen auf oder produzieren Kontroversen; usw. In dieser Reduktion widerspricht der Schulbuch-‚NOS-Konsens‘ damit dem weiter vorn beschriebenen, wissenschaftsdidaktischen NOS-Konsens, der als Reihung abstrakter Aussagen selbst auch nur ein minimales und wenig reflektiertes Wissenschaftsbild transportiert (vgl. Kap. 3.2.1).

Folgt man der in Kapitel 7.1.2 vorgelegten Erklärung, dann resultieren diese Ergebnisse daraus, dass es sich bei Geschichte im Schulbuch um einen vernachlässigten Nebenschauplatz der naturwissenschaftlichen (Aus-)Bildung handelt. Dieser ist bestimmten, vor allem medialen und disziplinären Rahmenbedingungen unterworfen. Je weniger die behandelten Themen diesen Rahmenbedingungen entsprechen, desto unzuverlässiger wird ihre Repräsentation darin oder anders formuliert: stellt fachdisziplinäres Naturwissen den Kern der Vermittlungsbestrebung dar – und in Schulbüchern sind Aussagen über die Natur *der* Schwerpunkt – dann werden Darstellungsmodi bevorzugt, die ‚anderen‘, ebenfalls gewünschten Inhalten gegenüber nicht angemessen sind. Selbst innerhalb seines alltäglichen Rezeptionskontextes einer schulbuchbasierten naturwissenschaftlichen Bildung erfüllt die Geschichte im Schulbuch ihre Aufgaben daher nur sehr unzureichend. Damit wird natürlich fragwürdig, ob das Schulbuch und die daran gekoppelte Vermittlungsstruktur überhaupt für eine hinreichende Repräsentation von NOS-Inhalten geeignet sein kann.

Diese Frage wurde und wird auch an das „deficit model“ als Gesamtkonzept gestellt, dass seinen Ausdruck unter anderem in Schulbüchern findet. Seinen Kritikern zufolge orientiert sich dieses Modell ausschließlich an ExpertInnenbotschaften und betrachtet das (LaiInnen-)Publikum solcher Botschaften ausschließlich als passiven Rezeptor einer „science-in-general“. Im alternativen „contextual model“ (vgl. S. 43 ff. der vorliegenden Arbeit) wird daher die naturwissenschaftliche Bildung in gewissem Sinn vom Kopf auf die Füße gestellt, was andere Inhalte und Vermittlungsformen nach sich zieht. Hier liegt der

Schwerpunkt nun auf „science-in-particular“ und damit an jenem Ende eines gedachten Wissenskontinuums, dass dem generalisierten Lehrwerkwissen gegenüberliegt. Weder das Schulbuch noch die damit verbundene Lehrform sind aus Sicht dieses Modells geeignete Modi für Kommunikation über Wissenschaft, da sie die Anforderungen und Interessen des Publikums missachten und damit einen angemessenen Umgang mit Wissenschaft in persönlichen Lebenswelten behindern. Auch NOS-Generalisierungen werden im „contextual model“ daher nur akzeptiert, wenn sie an konkreten Beispielen gewonnene, diskursive Auseinandersetzungen mit dem ‚Wesen naturwissenschaftlicher Forschungsprozesse‘ sind (vgl. insbes. Kap. 3.3). Schulbuchvermittelte Geschichte, wie sie hier beschrieben wurde, und die daraus resultierenden Vorstellungen über die „nature of science“ sind für die Vermittlungsziele des „contextual models“ daher ungeeignet. Sie repräsentieren wie das Schulbuch als Ganzes eine nicht hintergehbare Form von Expertise und sind damit an das „deficit model“ gebunden. Die entsprechenden Darstellungen eignen sich daher bestenfalls als ‚schlechtes Beispiel‘, um also in Unterricht oder LehrerInnenbildung die Mängel eben solcher Repräsentationsformen deutlich zu machen.

So problematisch wie die Stellung der Wissenschaftsgeschichte im Schulbuch ist auch die Stellung der Wissenschaftsgeschichte als Fach. Innerhalb der Wissenschaftspädagogik wird der konzeptionelle und methodische Diskurs der Wissenschaftsgeschichte und der science studies, wie er in Kapitel 2.2 angedeutet wurde, bis auf wenige Ausnahmen wie die Experimentelle Wissenschaftsgeschichte gänzlich ausgeblendet. Dies wird im naturwissenschaftlichen Schulbuch besonders deutlich, aus welchem die qualitative Andersartigkeit von historiographischer gegenüber naturwissenschaftlicher Repräsentation gänzlich verschwunden ist. Der ‚alltägliche‘ Umgang mit Wissenschaftsgeschichte in der Naturwissenschaftspädagogik und damit innerhalb des „deficit models“ weist daher praktisch keine Bezugspunkte zum Fach Wissenschaftsgeschichte auf, wie das in Kapitel 7.1.1 dargestellte Geschichtskonzept gezeigt hat. Nur weit abseits des naturwissenschaftspädagogischen und fachdidaktischen „Mainstreams“ und damit innerhalb von Konzepten, die dem „contextual model“ zugeordnet werden können (vgl. Kap. 4.2.1), wird auf dieses Fach und nicht nur seinen Gegenstand hingewiesen. Hier zeigt sich ein wesentlicher Unterschied zwischen ‚populärer‘ Wissenschaft und ‚populärer‘ Wissenschaftsgeschichte: Während am Kommunikationsprozess ersterer immer ExpertInnen beteiligt sind, die je nach Modell als „sender“ bzw. DiskurspartnerInnen fungieren, ist diese Personengruppe an der Kommunikation letzterer praktisch nie beteiligt. Dies führt zu einem Ungleichgewicht, weil die Expertise in das Medium verlagert und dort stabilisiert wird.

Sämtliche Verweise auf die Wissenschaftsgeschichte als Disziplin und damit Grundlage von NOS-Aussagen und historischen Fallstudien innerhalb der naturwissenschaftlichen Bildung – und insbesondere innerhalb von Bildungsstandarddokumenten – können deshalb aus der Perspektive des Faches Wissenschaftsgeschichte nur als Lippenbekenntnisse erscheinen. Eine Beziehung zwischen Naturwissenschaftspädagogik und akademischer Wissenschaftsgeschichte ist damit praktisch nicht vorhanden.¹³⁴

Besonders problematisch erscheint dieses Ungleichgewicht, weil Wissenschaftsgeschichte im Schulbuch quasi autonom und aufgrund ihrer ‚bloßen Anwesenheit‘ eine Wirkung entfaltet. Selbst wenn „nur“ einige Fakten über historische AkteurInnen und Forschungsprozesse benannt und damit eigentlich allein eine Faktenlage dargestellt wird, hat dies ein spezifisches – nämlich das oben beschriebene serielle Einzelereignisse fokussierende – Geschichts- und damit Wissenschaftsbild zur Folge.

7.2.2 Konsequenzen und Potenziale

Weder im „deficit-“ noch im „contextual model“ besitzt die Geschichte im Schulbuch, wie sie bisher beschrieben wurde, Anknüpfungspunkte zu den zahlreich vorhandenen pädagogischen NOS- und Wissenschaftsgeschichtskonzepten. Sie kann daher weder in ‚konsensueller‘ noch ‚alternativer‘ Hinsicht die ihr zugedachten Funktionen innerhalb der Naturwissenschaftspädagogik erfüllen (vgl. Kap. 6.4.2). Gleichzeitig bedeuten die beschriebenen Eigenschaften von Geschichte im Schulbuch nichts anderes, als dass jedes pädagogische Konzept zum Einsatz von Wissenschaftsgeschichte im Unterricht gegen ein weit verästeltes, überall präsent, naive und falsche Vorstellungen vermittelndes Geschichtsbild ankämpft. Vor diesem problematischen Hintergrund sollte nicht mehr nach der konkreten didaktischen Ausgestaltung von Wissenschaftsgeschichte gefragt werden. Vielmehr ist zu erörtern, inwiefern diese Geschichte überhaupt im naturwissenschaftlichen Unterricht thematisiert werden sollte.

Die Frage nach den Grundbedingungen historischer Auseinandersetzung in der naturwissenschaftlichen Bildung wurde innerhalb der Wissenschaftsgeschichte und auch Wissenschaftspädagogik schon verschiedentlich diskutiert. Als Vertreter der Wissenschaftsforschung vertritt Kindi (2005) die Ansicht, man müsse eine Zweiteilung vornehmen, die einen Teil der Wissenschaftsgeschichte ‚auslagert‘:

¹³⁴Mit der weiteren Tilgung historischer Bezüge aus den Thüringer Lehrplänen aufgrund der Angleichung an die Bildungsstandards (vgl. Fußnote 119 auf S. 128 der vorliegenden Arbeit) verschärft sich die Lage zudem weiter (vgl. auch S. 199 der vorliegenden Arbeit).

„If we, now, take these considerations and apply them to science, it can be maintained that the monumental history of the textbooks is an indelible condition of scientific practice. The heroes of the past, despite the fact, or because their work is distorted and misread, function as models that prescribe what scientists ought to do. This, I take it, is Kuhn’s view regarding textbook history: that it is conducive to forming the scientists’ course of action. So, my answer to the question, whether history of science should be included in science education, is that, if science is to preserve even the remotest relation to what we know of science today, then, we cannot but teach it the way scientists do, i.e., with the help of textbooks. The other kind of history, the history of the historians, can only be taught as part of the students’ general education.“ (Kindi 2005: 729)

Diese Position wirft allerdings mehrere neue Probleme auf: Sie geht von der Prämisse aus, dass eine metawissenschaftliche Beschreibung wie die Kuhns gleichzeitig als Bildungsmodell dienen kann, überstrapaziert also die Möglichkeiten der Wissenschaftsgeschichte, die vor allem analytisch-diskursiver und nicht normativer Natur sind. Aus der hier entwickelten Perspektive heraus (vgl. Kap. 7.1.2) ist Kuhns Begründung für die typische Geschichtsform innerhalb naturwissenschaftlicher Bildung eine wesentliche Ursache für deren weitestgehende Untauglichkeit innerhalb schulischer Zusammenhänge. Das Ziel schulischen Naturwissenschaftsunterrichts ist eben nicht die Ausbildung junger, fachsozialisierter NaturwissenschaftlerInnen, sondern mündiger BürgerInnen in wissenschaftsgeprägten Gesellschaften. Genau diese Aufgabe der Wissenschaftsgeschichte würde im Vorschlag Kindis in die „general education“ ausgelagert, was völlig neuartige bildungspolitische und curriculare Voraussetzungen erforderte. Es bliebe zudem offen, woher die dann zuständigen Lehrkräfte die notwendige metawissenschaftliche Kompetenz nehmen würden, die derzeit auch in den naturwissenschaftlichen Fächern nicht flächendeckend Teil der LehrerInnenbildung ist. Am Ende lernte nach diesem Vorschlag selbst bei erfolgreicher Umsetzung jeder Schüler und jede Schülerin zwei verschiedene Wissenschaftsentwicklungen kennen – eine in der üblichen, paradigmatischen Form und eine eigenständige, historische. Diese widersprächen sich notwendigerweise in ihren Geschichtsbildern und NOS-Aussagen, Zielkonflikte innerhalb der schulischen Bildung wären vorprogrammiert und erforderten ein übergeordnetes Korrektiv, dass beide Geschichtskonzepte zu integrieren helfen würde.

In eine ähnliche Richtung aber mit ganz anderer Begründung argumentieren aus naturwissenschaftspädagogischer Position heraus Eijck & Roth (2008). Sie plädieren für die Beibehaltung der gegenwärtigen Wissenschaftsgeschichte im Schulbuch trotz aller NOS-Mängel, weil komplexere und damit zeitgemäßere Perspektiven für SchülerInnen als ‚Quasi-‘Anfänger im Wissenschaftsbetrieb „far too complicated“ (ebd.: 1075) wären. Zudem sänke die Bedeutung einzelner, bisher ausführlich behandelter AkteurInnen im Schulbuch, wenn deren Kontext thematisiert würde: Sie wären dann nur noch ein recht beliebiger Aspekt einer dynamischen Wissenschaftsentwicklung. Damit ginge die Begründung dafür verloren, überhaupt historische AkteurInnen im Schulbuch einzuführen und auf diesem Wege NOS-Aussagen – wenn auch die vertrauten, naiven – zu treffen (ebd.: 1075 f.). Van Eijck und Roth schlagen deshalb vor, ergänzend zur üblichen, problembehafteten Geschichte autobiographische Statements noch lebender WissenschaftlerInnen einzuführen:

„First, the authors do not pretend to represent the scientific practice but the texts are deliberately articulating personal ways of doing research. Secondly, in autobiographical texts, the pivotal role of the scientist is not articulated by a third person. In contrast, by only speaking for themselves, the authors illustrate how their individual research was shaped by the collective objective of the research praxis they were part of and which was co-determined by students, schools, research councils, and other agents representing scientific practice as a human activity.“ (ebd.: 1076)

Diese Idee ist sicherlich reizvoll und umgeht einige der Probleme der gegenwärtigen „NOS education“ mithilfe alternativer, nichthistorischer Erzählungen. Allerdings bliebe wiederum offen, wie die NOS-relevanten Aspekte solcher Autobiographien erkannt und reflektiert werden sollten, wenn die dafür notwendige metawissenschaftliche Kompetenz bei LehrerInnen wie SchülerInnen nicht vorhanden ist. Zudem entstammen die im Zitat angesprochenen Aspekte wissenschaftlicher Praxis metawissenschaftlichen und insbesondere wissenschaftshistorischen Studien, die genannten „agents representing scientific practice“ sind nur vor diesem Hintergrund zu interpretieren. Sowohl ‚echte‘ Geschichten als auch Autobiographien können zwar Anlass für eine metawissenschaftliche Interpretation und damit verallgemeinernde Aussagen sein. Im Falle der Autobiographie allerdings wird der

Eindruck erweckt, es handele sich um einen ‚authentischen‘, unmittelbaren Zugang.¹³⁵ Ein ‚Umweg‘ über Dritte ist jedoch unvermeidbar, schließlich müssen jeweils AutorInnen, HerausgeberInnen und Lehrkräfte entscheiden, welche NOS-Kriterien zugrunde gelegt und welche Autobiographien diesen gerecht werden, die auf dieser Basis dann in Schulbuch und Unterricht zu integrieren sind. NOS-Lernziele lassen sich daher mit Autobiographien nicht unbedingt leichter erreichen, zumal ein entsprechend strukturiertes Vorgehen auch für die Wissenschaftsgeschichte im Unterricht wünschenswert ist. Wie im Vorschlag Kindis entsteht darüber hinaus ein Zielkonflikt: auch hier stehen zwei NOS-Konzepte (Geschichte und Autobiographie) nebeneinander, nun sogar im gleichen Medium.

Wenn es also wenig sinnvoll erscheint, den aktuellen ‚HOS-Konsens‘ aufrechtzuerhalten, aber zu ergänzen, beziehungsweise die tatsächlich ‚historiographischen‘ Teile aus der naturwissenschaftlichen Bildung auszuschließen, dann verbleibt nur eine vielleicht pragmatische und unkreative, zumindest aber realistische Möglichkeit: der Umbau der vorhandenen Geschichte in der naturwissenschaftlichen Bildung. In Gestalt von Unterrichtsentwürfen und -konzepten mit historischem Schwerpunkt ist dieser Prozess seit Jahrzehnten in vollem Gange, wie in Kapitel 4.1.1 und 4.2 gezeigt wurde. Dabei handelt es sich um eine ungeheure Fülle unterschiedlichster Ansätze und Ausrichtungen, die nur selten in Überblicksarbeiten zusammengefasst und systematisiert werden. Ein erster konsolidierender Framework für den Unterrichtseinsatz wurde von Metz et al. vorgelegt und hier kritisch diskutiert (vgl. Kap. 4.2.2). Vor dem Hintergrund der Ausführungen zum Geschichtsbild des Schulbuches und seinen Ursachen erscheint dieser Framework nun noch sehr viel problematischer. Nicht nur verlangt er den Lehrkräften eine verhältnismäßig große NOS-Kompetenz ab. Er strukturiert Geschichte zudem trotz seines pragmatischen Ansatzes am empirisch nachweisbaren ‚HOS-Konsens‘ vorbei und wird damit einer Reihe medialer, disziplinärer und eben auch didaktischer Anforderungen nicht gerecht. Auch mit dieser neuen Grundlage steht daher ein hochstabiles, schulbuchinformatiertes Wissenschaftsbild dem jeweiligen, eher seltenen und problembeladenen Versuch seiner Durchbrechung gegenüber.

Einen ebenfalls ausgesprochen pragmatischen, aber gewissermaßen entgegengesetzten Vorschlag unterbreiten Abd-El-Khalick, Waters & Le (2008: 851 f.): Man solle den LehrbuchautorInnen moderne, komplexe NOS-Darstellungen vermitteln, die sie dann in

¹³⁵Wobei natürlich auch zu fragen wäre, ob es NaturwissenschaftlerInnen tatsächlich gelingt, ihre Forschung ideologiefrei als „personal ways of doing research“ zu beschreiben, wenn Texte wie Aufsätze und eben auch Lehrbücher dies nicht vermögen (vgl. Kap. 5.1.2).

neue Schulbücher hineinschreiben. Dort als eigenständiges Stoffgebiet installiert, müssten sich LehrerInnen zwangsweise an die veränderten Bedingungen anpassen – zumal wenn eine Evaluation der unterrichtlichen Umsetzung erfolgt. In diesem recht knappen Vorschlag, der sich zudem ausschließlich auf NOS-Aspekte bezieht, werden die pädagogischen Bedingungen des Schulbuchs nicht nur berücksichtigt, sondern für die Umsetzung gewissermaßen instrumentalisiert. Ziel ist damit eine völlige Neukonstruktion der NOS-Repräsentation, die sich als Ausbildungstradition verstetigen soll, jedenfalls wenn man der hier vorgelegten Erklärung auf Grundlage der medialen Eigenschaften des Schulbuches folgt (vgl. S. 171 der vorliegenden Arbeit).

Doch auch die vorhandene Geschichte im Schulbuch bietet für einen solchen Umbau schon weitreichende Anknüpfungspunkte, die zudem über reine NOS-Fragen hinausgehen: Zum einen ist sie ausgesprochen dicht und hat schon aufgrund ihres Umfangs und ihrer Vielgestaltigkeit das Potenzial, in komplexere Darstellungen einzugehen. Zum anderen finden sich vor allem in den Begleitmaterialien Versuche andersartiger, über den ‚HOS-Konsens‘ hinausgehender Geschichte, die sich weiterentwickeln ließen und so als Grundlage für neue Formen dienen könnten. Insbesondere die Materialien zu den beiden Natura-Werken (vgl. auch S. 136 f. der vorliegenden Arbeit) zeugen von einem flexiblen, kreativen und komplexen Umgang mit Geschichte. So wird auf einem Arbeitsblatt eine Art ‚Reenactment‘ zu Mendel vorgeschlagen, welcher ein Radiointerview über seine Forschungen gibt (Natura G LM A: 79), auf einem anderen wird die Geschichte der Arbeiten Trofim D. Lyssenkos im Kontext ihrer gesellschaftspolitischen Rahmenbedingungen erzählt, um daran die Prinzipien guter wissenschaftlicher Praxis aufzuzeigen (Natura SII LM B: 203). Neben solchen Arbeitsblättern findet sich eine Reihe auffällig ausführlicher historischer Texte und Chronologien, den LehrerInnen soll also offensichtlich viel historisches Material für den Unterrichtseinsatz an die Hand gegeben werden. In den Werken aus dem Cornelsen-Verlag (vgl. S. 133 ff. der vorliegenden Arbeit) hingegen wird in Kommentaren für die Lehrkraft empfohlen, die Genetik aus didaktischen Gründen nicht historisch sondern systematisch einzuführen. Dabei handelt es sich um eine vielleicht minimale, jedoch bewusste Auseinandersetzung mit den üblichen Darstellungsformen von Geschichte.

Zweifellos ist das enorme empirisch nachweisbare Volumen des historischen Textkollates und dessen Vielfalt im Schulbuch der deutlichste Anknüpfungspunkt für einen Umbau: Würde man alle historischen Schulbuchverweise eines durchschnittlichen Werkes herausgreifen, dann ergäben sie zusammengenommen jeweils ein umfangreiches, aus-

schließlich biologiehistorisches Kapitel. Diese Textmenge steht in deutlichem Kontrast zu ihrer gravierenden Unterkomplexität und mangelnden methodischen wie konzeptionellen Durchdringung. Das damit verbundene Potenzial wird mit dem üblichen, sich an medialen und disziplinären Konventionen orientierenden ‚HOS-Konsens‘ kaum ausgereizt. Vielmehr entsteht der Eindruck, die AutorInnen ‚opfernten‘ ökonomisch und didaktisch kostbare Schulbuchseiten einer weitestgehend redundanten Repräsentation von Vergangenheit, die zudem nur unzureichend auf fachdisziplinäre Ziele abgestimmt ist.

In der historischen Fülle von Geschichte in Schulbüchern wie Begleitmaterialien und der prinzipiellen ‚Offenheit‘ der Begleitmaterialien für weiterführende, verdichtende historische Ausführungen und didaktische Kommentierung könnte man also den Ausgangspunkt für einen ‚Umbau‘ der Geschichte im Schulbuch sehen. Er würde vom vorhandenen Material und seinen Möglichkeiten ausgehen und ohne eine Beeinflussung der *eigentlichen*, fachbezogenen Inhalte des Schulbuches neue Deutungsmöglichkeiten eröffnen. Wie könnte ein solcher Umbau auf Grundlage der hier beschriebenen Schulbuchmerkmale aussehen?

Aus wissenschaftshistorischer Perspektive ist wie oben festgestellt (vgl. Kap. 7.1.1) die starke Zergliederung der Geschichte im Schulbuch deren auffälligstes und problematischstes Merkmal. Ein erster Schritt müsste deshalb darin bestehen, im Schulbuch eine eigenständige historische Struktur zu konstruieren, etwa in Form einleitender historischer Teilkapitel in jedem Stoffgebiet, wie es für die Genetik und Abstammungslehre schon derzeit – wenn auch mit anderer, ‚paradigmatischer‘ Absicht – der Regelfall ist. Zum einen würde man damit der im Schulbuch zentralen, motivierenden Rolle von Wissenschaftsgeschichte gerecht. Zum anderen ließen sich über Querbezüge zwischen den einzelnen historischen Teilkapiteln größere Zusammenhänge aufweisen, was in Summe einem Überblick über die Wissenschaftsentwicklung gleichkäme, der derzeit fehlt. Deutlich stärker als bisher könnten in diesen Teilkapiteln die verschiedenen Kontexte von Forschungsprozessen repräsentiert werden, von denen eine Reihe zentraler NOS-Aussagen abhängig ist. Der didaktisch-systematischen Aufgliederung biologischer Stoffgebiete würde so im gleichen Medium ein Gegenentwurf an die Seite gestellt, der die Biologie als erkenntnisproduzierendes System in den Vordergrund rückte.

Diese Konzentration historischer Repräsentation auf einführende Abschnitte sollte zur Folge haben, dass die Kapitel selbst weitestgehend frei von verstreuten historischen Verweisen gehalten werden – immerhin trägt gegenwärtig diese bruchstückhafte Repräsentationsform wesentlich zu einem oberflächlichen Geschichtsbild bei (vgl. Kap. 7.1.1). Die schon vorhandenen Zusatzmaterialien im Schulbuch (vgl. Kap. 6.2.1) erhielten da-

durch einen neuen Stellenwert – statt zahlreicher, didaktisch weitestgehend funktionsloser Portraits könnten komplexe Darstellungen von Abbildungen profitieren, die zum Verständnis des historischen Falls beitragen, statt ihn rein illustrativ einzurahmen. Innerhalb der eigentlichen Buchkapitel würde Geschichte konsequenter Weise nur an didaktisch reflektierten und begründeten Stellen thematisiert; etwa in den seltenen Fällen, in denen sie tatsächlich der Strukturierung von Lerninhalten dienen (insbes. bei Mendel).

Ergebnis dieses Umbauprozesses wäre eine Wissenschaftsgeschichte, die jeweils einen motivierenden Ausgangspunkt fachinhaltlicher Auseinandersetzung darstellt und dabei auch themenübergreifende Zusammenhänge abzubilden vermag. Sie würde zwangsläufig viel stärker eine organisierende Funktion für den Unterrichtsinhalt einnehmen, wie dies auch in einigen naturwissenschaftspädagogischen Konzepten vorgeschlagen wird (vgl. S. 73 f. der vorliegenden Arbeit). Dieser neuen Rolle sollten auch die Begleitmaterialien Rechnung tragen. Historische Aspekte, die in den Einführungskapiteln nicht explizit angesprochen werden können, ließen sich in den Arbeitsheften und LehrerInnenbänden aufgreifen. Sehr viel intensiver als bisher – und dies wäre nicht nur im wissenschaftshistorischen Interesse – sollten die Begleitbände nicht einfach nur Zusatzmaterialien liefern, sondern didaktische Empfehlungen aussprechen und Umsetzungsvorschläge unterbreiten. Während die Lehrkraft qua Ausbildung über die Qualifikation verfügt, fachinhaltliche Aspekte didaktisch auszuarbeiten und deren Relevanz einzuschätzen, muss sie in historischer Hinsicht aufgrund eben dieser Ausbildung scheitern. So lange die LehrerInnenausbildung nicht angemessen auf Wissenschaftsgeschichte vorbereitet, ließen sich über die Begleitmaterialien didaktische wie inhaltliche Standards setzen und sichern.

All diese Prozesse setzen einen intensiven Austausch zwischen WissenschaftshistorikerInnen und -pädagogInnen insbesondere während der Schulbuchproduktion voraus: Die Hauptaufgabe der Wissenschaftsgeschichte bestünde dabei darin, beständig wissenschaftspädagogische Stereotype über Geschichte zu reflektieren und diesen jenen breiten Möglichkeitsraum historischer Repräsentation gegenüberzustellen, den die moderne, kulturwissenschaftlich orientierte Wissenschaftsgeschichte bietet (vgl. S. 22 f. der vorliegenden Arbeit). Dieses Deutungs- und Themenangebot wäre dann parallel von Seiten der Wissenschaftspädagogik in fachdidaktisch sinnvolle Materialien zu transformieren, die den verschiedenen Bildungszielen (auch außerhalb des NOS-Bereiches) Rechnung tragen. Deutlichster Effekt dieses Vorgehens wäre eine Reduktion der momentanen Beliebigkeit im Umgang mit Geschichte: Sowohl inhaltlich als auch formal und didaktisch ließe sie

sich so in einer Weise konsolidieren, die weit über den NOS-Framework von Metz et al. hinausgeht.

Beinahe automatisch findet damit auch eine Annäherung an das „contextual model“ (vgl. Kap. 3.1.1) statt, welches wenig verbreitet und in pädagogischen Zusammenhängen eher als Zukunftsentwurf zu verstehen ist. Es blieb in der bisherigen Diskussion weitestgehend unberücksichtigt, weil es per se einen Schwerpunkt auf die im obigen Vorschlag beschriebene, ‚andere‘ Geschichte legt und diese im Schulbuch keine Rolle spielt. Der hier formulierte Umbauvorschlag schafft nun eine Schnittstelle zu solchen Entwürfen wie Shamos’ „Anti-SL“ (vgl. ebd.) oder auch der „Experimentellen Wissenschaftsgeschichte“ (vgl. Kap. 4.2) und hilft damit, sie in den Didaktik-‚Mainstream‘ zu integrieren. Sie könnten sich an dieser Grenzfläche einer im Schulbuch eigenständigen und damit von den übrigen „deficit model“-Strukturen isolierten Geschichte deutlich besser als bisher Geltung verschaffen.

Diese neue Form von Wissenschaftsgeschichte im Schulbuch würde sich grundlegend von jener Vorstellung unterscheiden, in der Geschichte nur als eine Abfolge von Ereignissen und damit Reihung von Daten ohne inneren Bezug oder äußere Anknüpfungspunkte geschrieben werden kann. Das zentrale Merkmal moderner Wissenschaftshistoriographie, wie sie einführend charakterisiert wurde, ist ihre „Grenzexistenz“ (vgl. S. 26 der vorliegenden Arbeit). Diese erlaubt es, Bezüge beispielsweise zwischen naturwissenschaftlichen Theorien, Methoden und Experimenten auf der einen und Handwerkerwissen, künstlerischen Strömungen, politischen Rahmenbedingungen, gesellschaftlichen Bedingungen und Bedürfnissen auf der anderen Seite herauszuarbeiten. In der vorgeschlagenen ‚neuen‘ pädagogischen Wissenschaftsgeschichte wären solche Aspekte nicht mehr nur fakultativer ‚Kontext‘, sondern obligatorischer ‚Text‘. Ganz im Sinne des Vorschlags von Abd-El-Khalick et al. wäre die Geschichte im Schulbuch gewissermaßen der pädagogischen Zeit voraus. Die didaktische Implementierung von zeitgemäßen NOS-Konzepten insbesondere in der LehrerInnenausbildung müsste diesem Prozess folgen, um die Transformation möglichst reibungsarm zu gestalten.

Vor dem Hintergrund einer Schulbuchproduktion, die an zahllose Regulierungsmechanismen gekoppelt ist, eine Vielzahl von Interessen und -gruppen in Einklang bringen muss und daher letztendlich ein nur eingeschränktes Innovationspotential aufweist, ist eine Umsetzung dieses Vorschlages zum Umbau der Geschichte im Schulbuch sicherlich kaum realistisch. Er zeigt jedoch die prinzipielle Möglichkeit auf, sich aus wissenschaftshistorischer Perspektive der Naturwissenschaftspädagogik anzunähern, ihre Ziele und

Konzepte zu antizipieren und darauf zu reagieren. In Kapitel 3.1.1 wurde mit Michael argumentiert, dass ein angemessener Umgang mit allen Formen von Wissenschaftskommunikation nur mehrperspektivisch im Rahmen eines „heterogenous public understanding of science“ möglich ist (vgl. S. 47 f. der vorliegenden Arbeit). Nur so lassen sich alle AkteurInnen der naturwissenschaftlichen Bildung einbeziehen, ohne eine Position zu bevorzugen und damit die Interessen und Vermittlungsformen aller anderen abzuwerten und sie als ‚Störungen‘ statt als aktive TeilnehmerInnen am Kommunikationsprozesses zu betrachten. Ein solcher Zugang erscheint im Falle von Schulbüchern so schwierig wie vielversprechend. Er setzt voraus, dass jede Teilhabe an der Auseinandersetzung über naturwissenschaftliche Bildung andere mögliche Positionen berücksichtigt und in Geltung lässt.

Sollte es von beiden Seiten – WissenschaftshistorikerInnen wie NaturwissenschaftspädagogInnen – Interesse an einer nachhaltigen Veränderung von Geschichte in der naturwissenschaftlichen Bildung geben, dann wird der Entwicklungsprozess entsprechender historischer Repräsentationen nur im Zusammenspiel beider Felder möglich und von Konflikten und Kompromissen geprägt sein. Vertreter der Wissenschaftsgeschichte müssen sich dabei insbesondere von der Vorstellung verabschieden, mit der bloßen Existenz des von ihnen produzierten historischen Wissens positiven Einfluss auf den Umgang mit Geschichte in der naturwissenschaftlichen Didaktik zu nehmen. Stattdessen ist eine sehr viel intensivere Auseinandersetzung mit den Rahmenbedingungen dieser ‚anderen‘ Geschichte notwendig. Nur dieses Grundverständnis von Produktions- und Rezeptionsbedingungen schafft eine Grundlage dafür, PädagogInnen gezielt zu adressieren und damit auch tatsächlich zu erreichen.

Neuartige Anforderungen bestehen aber nicht nur auf Seiten der Wissenschaftsgeschichte, sondern auch der Wissenschaftspädagogik. Mit äußerster Regelmäßigkeit wird seit Jahrzehnten immer und immer wieder gezeigt, dass Wissenschaftsgeschichte in der naturwissenschaftlichen (Aus-)Bildung falsch eingesetzt, unzureichend didaktisch begleitet und kaum NOS-bezogen reflektiert wird (vgl. Kap. 4.3.1). Ähnlich regelmäßig werden auf unterschiedlicher pädagogischer Ebene Vorschläge unterbreitet, die wirkungslos verpuffen (vgl. Kap. 4.2). Der bisherige Weg sollte daher überdacht und gegebenenfalls ersetzt werden – was die Wissenschaftspädagogik vor neuartige Herausforderungen stellt. Die zusätzliche diskursive und reflexive Dimension einer ‚neuen‘ pädagogischen Wissenschaftsgeschichte erfordert zwangsläufig Kommunikationsstrategien des „heterogenous public understanding of science“ und damit die Anerkennung wissenschaftshistorischer Experti-

se. Dies ist sicherlich die größte Herausforderung für die derzeitige, vom „deficit model“ geprägte Form naturwissenschaftlicher Bildung: Sie lenkt die Aufmerksamkeit auf die Grundlagen historiographischer Forschung und Repräsentation und setzt ein Verständnis für die ‚Andersartigkeit‘ von Geschichte voraus, die im gegenwärtigen ‚HOS-Konsens‘ unsichtbar ist. Hier sind die AkteurInnen der naturwissenschaftlichen Bildung in der Pflicht, sich in einer Art „strangers account“ (vgl. S. 72 der vorliegenden Arbeit) auf die Wissenschaftsgeschichte als eigenständiges (und eben auch fremdes) erkenntnisproduzierendes System einzulassen. Andernfalls bleiben deren Potenziale auch weiterhin weitestgehend unsichtbar, obwohl sie den Prozess des Umdenkens und Umbaus auf mehreren Ebenen unterstützen kann, die hier bezugnehmend auf die Kapitel 2 und 4 abschließend noch einmal gebündelt werden sollen:

Die Wissenschaftsgeschichte als Fach:

- liefert historische Fallbeispiele sowie deren Interpretation.
- setzt sich mit den konzeptionellen wie methodischen Merkmalen vorhandener historischer Darstellungen auseinander und zeigt deren Grenzen.
- analysiert die Rolle von Wissenschaftsgeschichte in der Ausbildung und kann entsprechende Interpretationsansätze liefern.
- erforscht (historische) naturwissenschaftliche Ausbildung und Bildung und reflektiert damit auch die Grundlagen des Systems, innerhalb dessen bestimmte pädagogische Konzepte entwickelt und umgesetzt werden.

Ob eine Neuverortung in der hier beschriebenen Form tatsächlich stattfindet und stattfinden kann, ist in Anbetracht der pädagogischen Rahmenbedingungen fragwürdig. Als ein unauffälliger und randständiger Bestandteil der naturwissenschaftlichen (Aus-)Bildung ist die Wissenschaftsgeschichte jedoch nicht akzeptabel. Sie muss als das adressiert werden, was sie ist – eine zuverlässige, flexible und vielversprechende Möglichkeit, ein ‚populäres‘ Verständnis für naturwissenschaftliche Forschungsprozesse zu generieren.

7.2.3 Das Fach Wissenschaftsgeschichte und sein Gegenstand in der Öffentlichkeit

In Kapitel 2 wurde die Wissenschaftsgeschichte als ein hochdifferenziertes Forschungsfeld eingeführt. Sie ist als Disziplin mit „Grenzexistenz“ in der Lage, die verschiedensten Analyseebenen einzubeziehen und damit einen neuartigen Blickwinkel auf bekannte Probleme zu eröffnen. Aufgrund ihrer Entwicklung befindet sie sich heute in einer Orientierungs-

und Sinnkrise, die sie auf unterschiedliche Art zu bewältigen sucht. Eine dieser Strategien ist die Auseinandersetzung mit ‚populären‘ Repräsentationen wissenschaftshistorischer Inhalte, wie sie in Romanen (vgl. Kap. 2.3.2), aber auch in Zusammenhängen der naturwissenschaftlichen (Aus-)Bildung auftreten. Die bisher vorhandenen Strategien im Umgang mit ‚populären‘ Formen – „Rejection“, „Detachment“ und „Imitation“ – sind jedoch weder der Fachentwicklung zuträglich, noch sinnvoll auf Wissenschaftsgeschichte in der (Aus-)Bildung zu übertragen. Vielmehr ist eine kritische Auseinandersetzung gefordert, die eine Reflexion der gewonnenen Erkenntnisse auf das Fach einbeschließt.

In der Einleitung der vorliegenden Studie (vgl. S. 11 der vorliegenden Arbeit) wurden deshalb zwei Leitfragen formuliert, die als Rahmen für die gesamte pädagogische Auseinandersetzung mit Naturwissenschaftsgeschichte im Medium Schulbuch und am Beispiel der Biologie dienen:

- Welche analytischen und kritisch-konstruktiven Potenziale bietet das Fach Wissenschaftsgeschichte als *anderer* Zugang zu Geschichte in der naturwissenschaftlichen Bildung?
- Welche Konsequenzen hat dies für das Fach?

Während der Forschungsstand innerhalb des Faches diesbezüglich nur eingeschränkte Möglichkeiten bot (vgl. Kap. 2.3.3), können diese Fragen nun mithilfe der hier vorgenommenen Beschreibung (vgl. insbes. Kap. 7.1) beantwortet werden:

Zur ersten Frage: Die Wissenschaftsgeschichte verfügt über die analytischen Möglichkeiten, das Geschichtsbild anderer Darstellungsmodi – hier eben des schulbuchspezifischen ‚HOS-Konsens‘ – zu beschreiben. Diese Perspektive leistet deutlich mehr, als ein rein pädagogischer Zugang. Zum einen werden die pädagogischen Rahmenbedingungen selbst in die Analyse einbezogen, zum anderen ist mit einem Fokus auf dem Geschichtsbild im naturwissenschaftlichen Schulbuch eine sehr viel dichtere, die einzelnen Verweise in einen Zusammenhang stellende Beschreibung möglich. So werden Effekte sichtbar, die von einem didaktischen Blick auf die Qualitäten einzelner historischer Verweise unentdeckt blieben – zuallererst natürlich der hier eingeführte ‚HOS-Konsens‘ als Grundmuster historischer Repräsentation innerhalb naturwissenschaftlicher Ausbildung. Der pädagogischen Analyse sind hier Grenzen gesetzt, denn auch die Erfassung und Darstellung des ‚HOS-Konsens‘ selbst erfordert eine Metaperspektive, die naturwissenschaftspädagogisch nur schwer auszufüllen ist: Die Wissenschaftspädagogik setzt eigene Standards und interpretiert das vorgefundene Material innerhalb entsprechender Kontexte. Erst durch

die Metaperspektive der Wissenschaftsgeschichte ergibt sich ein erweiterter Handlungsspielraum, der dann beispielsweise auch die Diskussion der wissenschaftspädagogischen Grundlagen bisheriger Analysekonzepte von Lehrwerkgeschichte erlaubt. Kombiniert mit den spezifisch historiographischen Kompetenzen wird so eine Interpretation möglich, deren Aussagen eine deutlich größere Reichweite haben, als der pädagogische Blick allein. So kann das schulbuchvermittelte Geschichtsbild nun in einen bestimmten, von besonderen medialen und disziplinären Bedingungen geprägten pädagogischen Repräsentationskontext gestellt werden, um damit einen Erklärungsansatz für diese besondere Form von Geschichte vorzulegen.

Damit lässt sich über diese analytische Perspektive hinaus auf Grundlage der vorliegenden Analyse dem Fach Wissenschaftsgeschichte ein neues Anwendungsfeld innerhalb der naturwissenschaftlichen (Aus-)Bildung zuordnen: das der Beschreibung und Interpretation didaktisch orientierter Geschichten über Wissenschaft. Bisher wurde das Fach innerhalb der Wissenschaftspädagogik oft als eine Art ‚Materiallager‘ für Anekdoten und Aussagen über vergangene Wissenschaft missverstanden. Deren disziplinäre und damit spezifisch konzeptionelle und methodische Dimensionen blieben deshalb weitestgehend unberücksichtigt. Somit wurde auch die Gelegenheit verschenkt, die besonderen Möglichkeiten der modernen Wissenschaftsgeschichte in die naturwissenschaftliche Bildung zu integrieren und differenziertere, interdisziplinär anschlussfähige Repräsentationen historischer Forschungsprozesse nutzbar zu machen. Nicht nur in analytischer Hinsicht stellt die akademische Wissenschaftsgeschichte damit eine ausgesprochen starke Expertise zur Verfügung, die bisher kaum genutzt wird. Auch bezogen auf fachdidaktische Konzepte und Programme sind die Potenziale ausgesprochen groß, wie nicht nur beispielsweise die „Experimentelle Wissenschaftsgeschichte“ (vgl. Kap. 4.2.1), sondern auch der hier vorgelegte Vorschlag zum Umbau der Geschichte in naturwissenschaftlichen Lehrwerken zeigt (vgl. Kap. 7.2.2).

Zur zweiten Frage: Die Auseinandersetzung mit Geschichte im Schulbuch führt die Wissenschaftsgeschichte an ihre Grenzen und dies in zumindest zweifacher Hinsicht:

Zum einen fehlt bisher ein geeignetes methodisches Instrumentarium für die Analyse ‚populärer‘ historischer Repräsentation. Sie sind als Geschichte erkennbar, obgleich sie keines der Merkmale professionalisierter Wissenschaftshistoriographie erfüllen. Wie auf Seite 32 der vorliegenden Arbeit angedeutet, fand bisher innerhalb der Wissenschaftsgeschichte nur eine sehr rudimentäre Auseinandersetzung mit Geschichts- und Narrationstheorie statt. Die entsprechende Forschung innerhalb des Faches Geschichte lässt sich aber nicht

problemlos übertragen, da sich die Wissenschaftsgeschichte als Fach nicht nur durch eine eigene, naturwissenschaftsnähe Entwicklung, sondern bis heute auch durch spezifische disziplinäre Dynamiken und epistemologische Voraussetzungen auszeichnet. Hier besteht innerhalb des Faches ein erheblicher Forschungsbedarf, der nicht nur den Repräsentationsmodus ‚öffentlicher‘ Wissenschaftsgeschichte näher zu bestimmen hilft, sondern parallel auch das methodische Instrumentarium der eigenen Erkenntnisproduktion erweitert (Turner 2010).¹³⁶ Auch wenn es sich bei Geschichte im Schulbuch nicht um „Erzählung“ im üblichen Sinn handelt, ist sie gewissermaßen als ‚Untergrenze‘ professionalisierter wissenschaftshistorischer Auseinandersetzung eine Prüfinstanz für vergleichende Fragen nach der Narrativität, Faktizität und Historizität von ‚populären‘ und akademischen Beschreibungen vergangenen Geschehens.

Eine zweite Grenze setzt die nur rudimentäre Auseinandersetzung mit naturwissenschaftspädagogischen Rahmenbedingungen, Konzepten und Methoden innerhalb des Faches. Diese Auseinandersetzung muss die Vielfalt an Bildungs- und damit Publikumsmodellen berücksichtigen und einbeziehen, da sie eine obligatorische Voraussetzung für die qualifizierte Interpretation ‚populärer‘ Wissenschaftsgeschichte darstellen. Gleichzeitig lässt sich über ein Verständnis für die Grundlagen dieser Kommunikationsprozesse absehbar auch die Kommunikation mit AkteurInnen aus der Naturwissenschaftspädagogik verbessern. Zuletzt ergeben sich daraus auch positive Rückkopplungseffekte für andere Untersuchungsgegenstände, da sich sowohl die Geschichte der naturwissenschaftlichen Ausbildung als auch der Wissenschaftspopularisierung innerhalb der modernen Wissenschaftsgeschichte zu eigenständigen und stetig wachsenden Forschungsfeldern entwickelt haben (vgl. Kap. 2.3.3).

Von der Überwindung dieser beiden Grenzen kann auch das Selbstverständnis der Wissenschaftsgeschichte als (hyper-)professionalisierte Disziplin profitieren. Hier ist es nicht Shapins akademische Dinnerparty (vgl. S. 25 der vorliegenden Arbeit) der sich das Fach stellt, sondern ein sehr viel schwierigeres Umfeld: die naturwissenschaftliche (Aus-)Bildung. Bisher konzentriert sich die ‚metawissenschaftshistorische‘ Forschung auf ‚Dinnerparty-Literatur‘ (vgl. Kap. 2.3.2). Theaterstücke wie Frayns „Copenhagen“ und Romane wie die „Vermessung der Welt“ richten sich allerdings an ein vorrangig erwachsenes Publikum mit einer Affinität zu wissenschaftlichen und wissenschaftsgeschichtlichen

¹³⁶Ein entsprechender Trend ist auch im deutschsprachigen Raum inzwischen erkennbar, vgl. etwa die Beiträge der Tagung „Wissenschaft als Erzählung – Erzählungen der Wissenschaft“ in Berlin (Steinhauser 2012).

Themen. Solche Werke setzen zwangsläufig auf dem in der vorliegenden Studie beschriebenen, schulbuchgeprägten Geschichtsbild auf und tragen deshalb in nur geringem Umfang dazu bei, die Frage nach der gesellschaftlichen Funktion von Wissenschaftsgeschichte als Fach und Gegenstand und damit ihrer Bedeutung für die Ausprägung von Wissenschaftsverständnissen zu beantworten.

Bleibt die Geschichte in der institutionalisierten naturwissenschaftlichen Bildung als ‚Archetyp‘ öffentlicher wissenschaftshistorischer Repräsentation unberücksichtigt, dann fehlt nicht nur eine Grundlage für die Analyse und Interpretation solcher literarischen Werke. Es wird auch eine Möglichkeit verschenkt, die (hyper-)professionalisierte wissenschaftshistorische Erkenntnisproduktion an den gesellschaftlichen Erfordernissen zu prüfen und auf diesem Wege das Fach in der Öffentlichkeit breiter aufzustellen. Dies dürfte gerade im deutschsprachigen Raum der Wissenschaftsgeschichte nicht zuletzt auch strukturelle Vorteile sichern: Anders als in den USA besteht hierzulande keine HPS-Tradition in der universitären Ausbildung. Die Position der Wissenschaftsgeschichte ließe sich daher über einen flächendeckenden Einsatz innerhalb der naturwissenschaftlichen Bildung erheblich stärken. Als „Orchideenfach“ beständig von Institutsschließungen und Ressourcenverlusten bedroht, könnte die damit verbundene öffentliche Akzeptanz und Wertschätzung strukturell stabilisierend wirken.

7.3 Zusammenfassung

Die in dieser Studie vorgelegte Untersuchung des Konzeptes historischer Repräsentation im Rahmen des ‚HOS-Konsens‘ liefert mehrere Anhaltspunkte für eine (Neu-)Bewertung des Verhältnisses zwischen Geschichtsrepräsentationen im Schulbuch, den Konzepten naturwissenschaftlicher Bildung sowie dem Fach Wissenschaftsgeschichte (vgl. Kap. 7.1):

Der ‚HOS-Konsens‘ transportiert in all seinen Facetten und weit verstreut in jedem einzelnen untersuchten Schulbuch ein naives, eindimensionales Geschichtsbild, dass die Entwicklung von Wissenschaft als eine Reihe qualitativ nicht näher differenzierter Erkenntnisereignisse beschreibt, die zur Gegenwart hin genauer oder ‚besser‘ werden. Komplexere wissenschaftshistorische Konzepte innerhalb der Wissenschaftsdidaktik sehen sich immer mit dieser Grundvorstellung konfrontiert, die mit wissenschaftshistorischen Prinzipien nicht vereinbar ist, gleichzeitig aufgrund ihrer breiten Basis aber auch nur schwer aufgelöst werden kann. Wenn immer schon fest steht, was innerhalb der Wissenschaftsentwicklung ‚wahr‘ und was ‚falsch‘ ist, was ‚früher‘ zwingend notwendig und was

überflüssig oder störend war, dann erübrigt sich jede Frage danach, in welchem disziplinären und diskursiven Kontext ein Forschungsprozess stattfand, was ihn überhaupt jenseits der Anwesenheit bestimmter Personen und Geräte auszeichnete und welchen Beitrag er damals zur Wissenschaftsentwicklung leistete. Gegen dieses auf besondere Weise geschichtsinformierte Wissenschaftsbild im Schulbuch arbeitet notwendigerweise jede Form von „NOS education“ an.

Das in der vorliegenden Studie an deutschsprachigen Biologieschulbüchern beschriebene Geschichtsbild findet sich in verschiedenen Ländern, Disziplinen und Ausbildungskontexten gleichermaßen und ist offensichtlich von Faktoren abhängig, die bisher noch keine ausreichende wissenschaftspädagogische Berücksichtigung fanden. Analysen von Geschichte im Schulbuch stellen deshalb immer wieder die gleichen Merkmale fest und bewerten diese kritisch, hatten und haben aber keinen Einfluss auf die Form dieser Geschichte. Hier ist eine Ausweitung der berücksichtigten Faktoren und der relevanten Expertise nötig, die sich, wie gezeigt wurde, insbesondere im Bereich der Wissenschaftsgeschichte findet. So wurde in der vorliegenden Studie aus wissenschaftshistorischer Perspektive argumentiert, dass die fachdisziplinäre Ausbildungskultur einen solchen, zudem zentralen, Faktor darstellt, weil ihr dieses Geschichtsbild entstammt. Diese Kultur hat eine andere Struktur und verfolgt grundlegend andere Ziele als die Schulbildung, die deshalb nicht nur ein ungeeignetes, sondern zudem unvollständiges Bild übernimmt. Es wurde auch von einem wesentlichen Teil der ProduzentInnen und NutzerInnen von pädagogischer Wissenschaftsgeschichte verinnerlicht, die diese Ausbildungskultur durchlaufen haben – den Lehrkräften und FachdidaktikerInnen. Sie erwarben dabei allerdings keine metawissenschaftliche Kompetenz, die es erlauben würde, sich damit kritisch auseinanderzusetzen.

Im Anschluss (vgl. Kap. 7.2.1) wurde festgestellt, dass heute nur sehr wenig Interaktion zwischen den Fächern Wissenschaftspädagogik und -geschichte auf konzeptioneller, methodischer und analytischer Ebene stattfindet. Aber auch innerhalb der Wissenschaftspädagogik ist das Verhältnis zwischen Geschichte im Schulbuch und didaktischen Anforderungen nicht unproblematisch. Nur in Ansätzen wird Geschichte in einen didaktischen Funktionszusammenhang gesetzt. Meist steht sie isoliert in einem fachwissenschaftlich organisierten Text und ist dort bestenfalls Mittel zur Weitergabe entsprechender Inhalte. In diesem Setting entfalten die historischen Repräsentationen eine spezifische Wirkung, die den Zielvorstellungen moderner Naturwissenschaftspädagogik regelmäßig zuwiderläuft. Das Wissenschaftsbild von SchülerInnen, wie es Höttecke beschreibt (vgl. S. 56 f. der

vorliegenden Arbeit), weist daher zahlreiche Parallelen zu Schulbuchdarstellungen der „nature of science“ auf (männlich dominiert, naiv-empiristische Arbeitsweise, frei von disziplinären/sozialen/gesellschaftlichen Kontexten). Hötteckes Charakterisierung umfasst zwar einige weitere Merkmale, was den Schluss zulässt, dass sich die Wissenschaftsverständnisse auch aus anderen Quellen speisen. Das Schulbuch trägt zumindest aber zur Stabilisierung und Konsolidierung dieses Bildes bei. Wie dargestellt, haben weder LehrerInnen noch SchülerInnen dieser pädagogisch nicht zeitgemäßen und unterkomplexen Konstruktion von wissenschaftlicher Tätigkeit etwas entgegenzusetzen. Ohne entsprechende, in der LehrerInnenausbildung verankerte Vorbildung kann dieser ‚NOS-Konsens‘ des aufgewiesenen ‚HOS-Konsens‘ nicht erkannt und verändert werden. Eine ‚bewusste‘ und reflektierte Auseinandersetzung mit Wissenschaftsgeschichte als Gegenstand, aber auch als Fach, findet daher nur in der didaktischen Peripherie und damit in wenig verbreiteten Konzepten statt. Diese rekurren zudem auf ein Wissenschaftskommunikationsmodell, dass innerhalb der Pädagogik bisher nur wenig verbreitet ist.

Vor diesem Hintergrund wurden im Anschluss die Möglichkeiten eines Zusammendenkens von Wissenschaftsgeschichte und -pädagogik anhand von Geschichte im Schulbuch näher beleuchtet (vgl. Kap. 7.2.2). Es konnte gezeigt werden, dass ein Umbau der vorhandenen Wissenschaftsgeschichte im Schulbuch ein erstrebenswertes, gleichzeitig aber auch höchst problematisches Ziel darstellt. Bisher existiert in der Fachdidaktik kein hinreichendes (und flächendeckendes) Bewusstsein für die Bedeutung eines Verständnisses naturwissenschaftlicher Forschungsprozesse – die mit entsprechenden Konzepten und Methoden verbundenen Konsequenzen (Stichwort „strangers account“) werden daher kaum antizipiert. Erschwerend kommen die weitestgehend fehlende LehrerInnenbildung im Bereich von „nature of science“ und Wissenschaftsgeschichte und eine stark regulierte, von vielen widersprüchlichen Interessen geprägte Schulbuchproduktion hinzu. Die Wissenschaftsgeschichte als akademisches Fach kann hier auf mehreren Ebenen gegensteuern: Sie liefert nicht nur das Material für eine unterrichtliche Auseinandersetzung, sondern reflektiert auch die Merkmale vorhandener historischer Darstellungen und die Rolle der Wissenschaftsgeschichte innerhalb der naturwissenschaftlichen Bildung. Zudem untersucht sie die historische Entwicklung jener gesellschaftlichen und pädagogischen Rahmenbedingungen, innerhalb derer Wissenschaftsgeschichte heute ein Element von Bildungsprozessen ist. Die Nutzbarmachung dieser besonderen Möglichkeiten setzt allerdings voraus, sich sowohl von Seiten der Wissenschaftsgeschichte als auch der Wissenschaftspädagogik an die

jeweils andere Position anzunähern, deren Prämissen zu akzeptieren und Kompromisse einzugehen.

Mit Blick auf diese Charakteristiken konnte abschließend auf das Verhältnis von Wissenschaftsgeschichte als Fach zu ‚populären‘ historischen Repräsentationsformen eingegangen. Es wurde argumentiert, dass im Falle von Geschichte im Schulbuch die analytischen und interpretativen Möglichkeiten der Wissenschaftsgeschichte jene der Naturwissenschaftsdidaktik deutlich übertreffen. Solche Potenziale der Wissenschaftsgeschichte im Bereich der naturwissenschaftlichen Bildung sind heute bei Weitem noch nicht ausgereizt, stellen allerdings auch erhebliche Anforderungen an das Fach: Ohne eine intensive Auseinandersetzung mit den vor allem narrativen Grundlagen historischer Repräsentationen einer- und den Konzepten und Dynamiken der naturwissenschaftlichen Bildung andererseits, dürfte jede Interaktion langfristig scheitern. Damit würde die Wissenschaftsgeschichte als ein „Orchideenfach“ in der deutschen Hochschullandschaft eine kostbare Gelegenheit verschenken, ihre gesellschaftliche Bedeutung unter Beweis zu stellen und sich auf diesem Wege neue institutionelle und strukturelle Ressourcen zu erschließen.

8 Fazit und Ausblick

„I started out as a classics major. I'm now Professor of Biochemistry and Chemistry. Of all the courses I took in college and graduate school, the ones that have benefited me the most in my career as a scientist are the courses in classics, art history, sociology, and English literature. These courses didn't just give me a much better appreciation for my own culture; they taught me how to think, to analyze, and to write clearly. None of my sciences courses did any of that.“

*Gregory A. Petsko (2010: 140) kommentiert in der Zeitschrift *Genome Biology* die Auflösung mehrerer geisteswissenschaftlicher Institute an der State University of New York at Albany*

In der vorliegenden Studie wurde am Beispiel der Biologiegeschichte im Schulbuch die prinzipielle Fruchtbarkeit zweier sehr unterschiedlicher Felder für einander untersucht: der Wissenschaftsgeschichte und der Wissenschaftspädagogik. Dazu war in einem ersten Schritt in Kapitel 2 das Feld der Wissenschaftsgeschichte als moderne Kulturwissenschaft in ihrer spezifischen „Grenzexistenz“ zwischen Natur- und Geisteswissenschaften und ihrem Verhältnis zu ‚populären‘ historischen Darstellungen zu beschreiben. Die geringe Tiefenschärfe der wissenschaftshistorischen Perspektive auf populäre Wissenschaftsgeschichte innerhalb der naturwissenschaftlichen (Aus-)Bildung machte es nötig, deren konzeptionelle Grundlagen näher zu charakterisieren. Dies erfolgte in Kapitel 3 ausgehend von den derzeit diskutierten Modellen für die Publika dieser Bildung hin zu einem ihrer zentralen Gegenstände, der Vermittlung eines Verständnisses naturwissenschaftlicher Forschungsprozesse („nature of science“). Im Anschluss konnten in Kapitel 4 auf dieser Grundlage die Eigenschaften von Wissenschaftsgeschichte innerhalb solcher Vermittlungsprozesse dargestellt werden, insbesondere didaktische Konzepte zu ihrem Einsatz und Studien zu den Charakteristika von Geschichte in Lehrwerken. Das Lehrwerk als Medium historischer Repräsentation selbst blieb dabei weitestgehend unberücksichtigt, weshalb in Kapitel 5 dessen pädagogische und metawissenschaftliche Merkmale diskutiert wurden. Auf dieser Grundlage und in Abgleich mit dem bis dahin entwickelten Forschungsstand und vorhandenen Analyse-Frameworks ließ sich ein umfassender Fragekatalog entwickeln, der an einer Auswahl von Schulbüchern zu prüfen war.

Die Ergebnisse dieser Analyse wurden in Kapitel 6 vorgestellt und konsolidiert. Den Ausgangspunkt bildeten dabei formalen Aspekte der vorgefundenen historischen Repräsentationen. Diese ermöglichten die Entwicklung einer Art ‚Darstellungstypologie‘, welche als Grundlage für die anschließenden Analysen auf didaktischer Ebene dienten, wobei NOS-Aspekte eine besondere Rolle spielten. Die verschiedenen Analyseebenen erlaubten abschließend die Ausarbeitung einer neuartigen Beschreibung, die die ungeheure Fülle und Vielgestaltigkeit von Geschichte im Schulbuch als hier so genannter ‚HOS-Konsens‘ fasst. Mit Hilfe des ‚HOS-Konsens‘ und einer Verallgemeinerung der an Biologieschulbüchern gewonnenen Erkenntnisse konnte in Kapitel 7 dann über bisherige wissenschaftspädagogische Analysen von Geschichte im Schulbuch hinausgegangen werden. Dort wurde nicht nur das schulbuchspezifische Geschichtsbild näher bestimmt, sondern auch ein Erklärungsansatz für die zugrundeliegende Spezifität dieser Form historischer Repräsentation entwickelt. Beide Aspekte waren Voraussetzung dafür, im Anschluss die derzeitigen Wechselwirkungen zwischen Geschichte in naturwissenschaftlichen Schulbüchern, pädagogischen Konzeptionen und der akademischen Wissenschaftsgeschichte zu beschreiben und Entwicklungsmöglichkeiten dieser Beziehungen auszuweisen. Am Ende ließ sich die vorgenommene Analyse und deren Diskussion auf die eingangs gestellten Fragen sowohl nach der gesellschaftlichen Rolle von akademischer Wissenschaftsgeschichte als auch ihren Potenzialen für die Analyse und Modifikation ‚populärer‘ historischer Darstellungen zurückbeziehen.

Dieser Struktur der vorliegenden Studie folgend, sind hier nun die zentralen Ergebnisse für die einzelnen Gegenstandsfelder zusammenzufassen:

Die **Wissenschaftsgeschichte** als moderne Kulturwissenschaft setzt sich auch mit ‚populären‘ Darstellungen von Wissenschaftsgeschichte und deren Kontexten – speziell der naturwissenschaftlichen Bildung und ihrer Entwicklung – auseinander. Das Fach bietet besondere analytische Möglichkeiten für die Bedingungen und Modi historiographischer Repräsentation. Die Möglichkeit der Reflexion ‚populärer‘ und vor allem pädagogischer Wissenschaftsgeschichte auf das Fach ist in Anbetracht dessen ‚hyperprofessionalisierten‘ Diskurses von nicht zu unterschätzender Bedeutung.

Bei der **naturwissenschaftlichen Bildung** handelt es sich um ein extrem komplexes, hochdifferenziertes Forschungs- und natürlich auch Anwendungsfeld, dass hier selbst mit vorrangig schulischem Bezug nur angeschnitten werden konnte. Es finden intensive Auseinandersetzungen um Publikumsmodelle und Bildungsziele statt, die im Rahmen der Studie an einem dieser Ziele, der sogenannten „nature of science“, deutlich gemacht

wurden. Ein Verständnis dieser ‚Natur der Naturwissenschaften‘ gilt als Voraussetzung für die individuelle Teilhabe am gesellschaftlichen Diskurs über Naturwissenschaften und ist deshalb ein so bedeutsames wie kontroverses Thema. Es zeichnet sich durch ein breites, kontinuierliches Spektrum möglicher konzeptioneller Rahmungen aus.

Aus **naturwissenschaftsdidaktischer Perspektive** wird dieses Spektrum von NOS-Konzepten in der unterrichtlichen Umsetzung vor allem mithilfe wissenschaftshistorischer Fallbeispiele abgedeckt. Die Wissenschaftsgeschichte übernimmt in der Unterrichtsrealität aber vor allem Aufgaben der Motivation und Unterstützung beim Lernen von spezifischen fachwissenschaftlichen Inhalten – diese können selbst auch historische sein (‚Geschichte an sich‘). In den unterschiedlich komplexen Entwürfen zum NOS-spezifischen Einsatz von Wissenschaftsgeschichte in Unterricht und Hochschullehre spielt diese als akademisches Fach nur eine sehr untergeordnete Rolle. Gleichzeitig waren ‚vorhandene‘ Geschichten, also solche, die unabhängig von konzeptionellen Vorschlägen bereits im Unterricht und insbesondere in Schulbüchern integriert sind, bisher kaum Gegenstand von Analysen. Diese beschreiben meist nur die Mängel wissenschaftshistorischer Darstellungen, als eigenständige und didaktisch wirksame historische Repräsentationsformen wurden sie nur in Einzelfällen charakterisiert, beispielsweise als „virtual learning environments“ (Skopek).

Das **Schulbuch** als zugleich pädagogischer und ‚populärer‘ naturwissenschaftlicher Text ist geprägt von zahlreichen widersprüchlichen Erwartungen und sowohl einer undurchsichtigen Produktion als auch Rezeption. Es stellt den Schlusspunkt einer rhetorischen Entwicklung dar, die jede zweifellos vorhandene Autorenschaft verschleierte und als endgültige „narrative of nature“ keinen Widerspruch zulässt. Schulbuchanalysen mit einem Schwerpunkt auf Wissenschaftsgeschichte konzentrierten sich bisher auf fachdidaktische Aspekte und ließen damit auch diese mediale Sonderstellung unberücksichtigt. In der vorliegenden Arbeit konnte nun gezeigt werden, dass sich diese Momente gemeinsam mit den wissenschaftsdidaktischen Fragestellungen sowie den Perspektiven einer allgemeinen naturwissenschaftlichen Bildung und der Wissenschaftsgeschichte als Fach in einen gemeinsamen analytischen Rahmen überführen lassen.

In der **Schulbuchanalyse** wurde dieser Rahmen dann erfolgreich auf eine Auswahl von Lehrwerken im Fach Biologie angewendet. Es konnte gezeigt werden, dass die Wissenschaftsgeschichte in diesen Werken eine Reihe ausgesprochen charakteristischer Merkmale zeigt. Auf empirischer Ebene lässt sich eine erstaunliche Vielfalt von Geschichte vorfinden, die sich in einer Art formalem Kontinuum – von grammatikalischen Markern über geschichtliche Daten hin zu zusammenhängenden Erzählungen – bewegt und inhaltlich

stark ausdifferenziert ist. Die Regelmäßigkeit dieser Vielfalt wurde auch schon in anderen Analysen festgestellt, ebenso wie ihre pädagogische Mangelhaftigkeit: Weder ist die Geschichte didaktisch angemessen in das Werk eingebunden, noch werden selbst minimale NOS-Anforderungen zuverlässig umgesetzt. Die historischen Verweise sind zudem von äußeren Faktoren wie fachdidaktischen Anforderungen und Lehrplänen weitestgehend unabhängig. Für diese eigenwillige Kombination von Charakteristiken, die erstmals in der hier aufgezeigten Merkmalsbreite und zudem für Schulbücher in Deutschland nachgewiesen worden ist, wurde der Begriff des ‚HOS-Konsens‘ eingeführt.

In der **Diskussion** wurde aus dieser metawissenschaftlichen (wissenschaftshistorischen) Perspektive heraus deutlich, dass historische Repräsentationen im Schulbuch ein bestenfalls rudimentäres Geschichtsbild spiegeln. Dieses besteht in der Anhäufung von kontextlosem Wissen über die Zeit. Eine mögliche, hier vorgelegte Erklärung für dieses Bild geht von dem spezifischen pädagogischen Kontext der Geschichte im Schulbuch aus und beschreibt ihre Merkmale als einen Effekt medialer Eigendynamik und unzureichender Adressierung. Die daraus resultierenden Merkmale von Wissenschaftsgeschichte im Schulbuch lassen sich daher international in verschiedenen Fächern und (Aus-)Bildungskontexten nachweisen. Diese Dynamik kann innerhalb der Wissenschaftspädagogik aufgrund unzureichender metawissenschaftlicher Kompetenzen weder angemessen analysiert noch aufgefangen werden.

Gleichzeitig ist mit der hier vorgenommenen Form der Untersuchung, ihren Ergebnissen und Schlussfolgerungen nachgewiesen, dass das Fach Wissenschaftsgeschichte in erheblichem Maße zu Analyse und Interpretation wissenschaftshistorischer Darstellungen in ‚öffentlichen‘ Medien beitragen kann. Daraus wiederum lassen sich Alternativen für die derzeit praktisch nicht vorhandenen Interaktionen zwischen der Wissenschaftsgeschichte als Gegenstand und Fach und der naturwissenschaftlichen Bildung ableiten. Es wurde aus wissenschaftshistorischer Perspektive ein vielleicht utopischer Vorschlag formuliert, in welchem der Umbau der Geschichte im Schulbuch sowohl den pädagogischen als auch wissenschaftshistorischen Anforderungen stärker Rechnung trägt und dabei die institutionellen Abhängigkeiten berücksichtigt. Damit ist für die Wissenschaftsgeschichte als Fach ein Potenzial formuliert, das über die distanzierte Analyse hinausgeht und die möglichen Wechselwirkungen und Interaktionen mit dem Bildungssektor aufzeigt.

Für **die Zukunft** besteht auf Seiten der Wissenschaftsgeschichte bzw. der Wissenschaftsforschung noch erheblicher Forschungs- und Aneignungsbedarf, der sowohl die Geschichts- und Narrationstheorie, als auch die Konzepte und Methoden naturwissen-

schaftlicher Bildung betrifft. Zudem sollten einige spezifische wissenschaftspädagogische Phänomene näher untersucht werden, bestenfalls in transdisziplinären Forschungsprojekten unter Beteiligung von WissenschaftshistorikerInnen und -pädagogInnen. Zum ersten betrifft dies die Entwicklungsdynamik historischer Repräsentation in Lehrmedien. Die vorliegende Analyse liefert starke Indizien dafür, dass hier Traditionseffekte und Beharrungskräfte vorliegen, die mit einer diachronen Analyse zugänglich gemacht werden könnten. Zweitens bestehen Gemeinsamkeiten, aber auch deutliche Unterschiede zwischen Schulbuch- und Hochschullehrbuchgeschichte. Ein differenzierter Vergleich könnte dazu beitragen, deren Verhältnis und damit auch die Ursachen spezifischer historischer Repräsentationsmodi näher zu bestimmen. Für die Hochschullehrbücher müsste insbesondere das Spannungsverhältnis zwischen paradigmatischer Orientierung und medialer Eigendynamik stärker in den Blick genommen werden. Zum dritten ist noch unklar, in welchem Ausmaß das (Aus-)Bildungs-Geschichtsbild disziplinär beziehungsweise subdisziplinär differenziert ist. Es wäre deshalb eine vergleichende Analyse insbesondere für die naturwissenschaftlichen Kernfächer Biologie, Chemie und Physik wünschenswert. Ein viertes offenes Forschungsfeld innerhalb des engeren pädagogischen Kontextes der vorliegenden Studie – und damit soll die Liste geschlossen werden – stellen der tatsächliche unterrichtliche Einsatz von wissenschaftshistorischen Materialien sowie die dafür genutzten Medien dar. Eine entsprechende Analyse würde zudem sehr viel differenzierter Aufschluss über die Rezeptionsperspektive geben, als dies mit einer reinen Schulbuchanalyse möglich ist.

Parallel besteht erheblicher bildungspolitischer Handlungsbedarf aufgrund der gerade bundesweit stattfindenden Veränderungen in den Lehrplänen und der flächendeckenden Einführung von Bildungsstandards. Die Wissenschaftsgeschichte ist darin teilweise sehr viel unsichtbarer als bisher, was vorerst keine Konsequenzen haben dürfte, da – wie gezeigt wurde – die Geschichte im Schulbuch von solchen Vorgaben weitestgehend unabhängig ist. Die Rechtfertigung spezifisch wissenschaftshistorischer Unterrichtsansätze und -konzepte wird womöglich aber schwieriger, die Relevanz gerade aufgrund des Ausbaus des NOS-Bereichs schon in niedrigen Klassenstufen gleichzeitig höher.

Sowohl für die gegenwärtige als auch zukünftige naturwissenschaftliche Bildung kann die Wissenschaftsgeschichte als Fach eine so einmalige wie notwendige Expertise anbieten und Veränderungen kritisch begleiten und reflektieren. Davon profitiert jedoch nicht nur die naturwissenschaftliche Bildung, sondern auch das Fach Wissenschaftsgeschichte selbst. Die Frage nach den Bedingungen und Möglichkeiten einer Wissenschaftsgeschichte als pädagogischer, mithin ‚öffentlicher‘ Gegenstand in seinen jeweiligen spezifischen

Kontexten ist zugleich auch die Frage nach den Grenzen und Möglichkeiten moderner Wissenschaftsgeschichte, die „hyperprofessionalisiert“ um Identität, Ressourcen und Publikum ringt.

9 Literatur

- Abd-El-Khalick, F. & Lederman, N. G. (2000): „The influence of history of science courses on student’s views of nature of science“. In: *Journal of Research in Science Teaching* 37, 1057–1095.
- Abd-El-Khalick, F., Waters, M. & Le, A.-P. (2008): „Representations of nature of science in high school chemistry textbooks over the past four decades“. In: *Journal of Research in Science Teaching* 45, 835–855.
- Abir-Am, P. G. (1982): „Essay review. How scientists view their heroes. Some remarks on the mechanism of myth construction“. In: *Journal of the History of Biology* 15, 281–315.
- Allchin, D. (1997a): „Rediscovering science through historical case studies“. In: Rieß, F., Dally, A. & Nielsen, T. (Hrsg.): *Geschichte und Theorie der Naturwissenschaften im Unterricht. Ein Weg zur naturwissenschaftlich-technischen Alphabetisierung?* Loccum: Evangelische Akademie, 183–204.
- (1997b): „Rekindling phlogiston. From classroom case study to interdisciplinary relationships“. In: *Science & Education* 6, 473–509.
- (1998): „Values in science and in science education“. In: Fraser, B. & Tobin, K. (Hrsg.): *International handbook of science education*. Dordrecht, Boston und London: Kluwer, 1083–1092.
- (2001): „Values in science. An educational perspective“. In: Bevilacqua, F., Giannetto, E. & Matthews, M. R. (Hrsg.): *Science education and culture. The contribution of history and philosophy of science*. Dordrecht u.a.: Kluwer, 185–196.
- (2003): „Scientific myth-conceptions“. In: *Science Education* 87, 329–351.
- (2004): „Pseudohistory and Pseudoscience“. In: *Science & Education* 13, 179–195.
- Allchin, D. et al. (1999): „History of science - with labs“. In: *Science & Education* 8, 619–632.
- Allum, N. et al. (2008): „Science knowledge and attitudes across cultures. A meta-analysis“. In: *Public Understanding of Science* 17, 35–54.
- American Association for the Advancement of Science (Hrsg.) (1993): *Benchmarks for science literacy*. New York u.a.: Oxford University Press.
- (Hrsg.) (2001): *Atlas of science literacy*. Washington, D.C.: American Association for the Advancement of Science.

- Arnold, H. L. (Hrsg.) (2008): *Text + Kritik* 177.
- Bamberger, R. et al. (1998): *Zur Gestaltung und Verwendung von Schulbüchern*. Wien: ÖBV Pädagogischer Verlag.
- Bandiera, M. (2002): „The biology textbook as a source of ideas about scientific knowledge and experimental activity“. In: Psillos, D. & Niedderer, H. (Hrsg.): *Teaching and learning in the science laboratory*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 105–118.
- Barnes, B., Bloor, D. & Henry, J. (1996): *Scientific knowledge. A sociological analysis*. London: Athlone.
- Bates, B. R. (2005): „Public culture and public understanding of genetics. A focus group study“. In: *Public Understanding of Science* 14, 47–65.
- Bauer, M. W., Allum, N. & Miller, S. (2007): „What can we learn from 25 years of PUS survey research? Literating and expanding the agenda“. In: *Public Understanding of Science* 16, 79–95.
- Bayrhuber, H., Hauber, W. & Kull, U. (Hrsg.) (2010): *Linder Biologie Gesamtband. Lehrbuch für die Oberstufe*. 23. Aufl. Braunschweig: Schroedel.
- Bazerman, C. (1988): *Shaping written knowledge. The genre and activity of the experimental article in science*. Madison.
- Beaton, A. E. et al. (1996): *Science achievement in the middle school years. IEA's Third International Mathematics and Science Study (TIMSS)*. Boston: International Association for the Evaluation of Educational Achievement.
- Bell, R. et al. (2001): „The nature of science and science education. A bibliography“. In: *Science & Education* 10, 187–204.
- Bensaude-Vincent, B. (2009): „A historical perspective on science and its "others"“. In: *Isis* 100, 359–368.
- Berck, K.-H. (2005): *Biologiedidaktik. Grundlagen und Methoden*. 3. Aufl. Wiebelsheim: Quelle & Meyer Verlag.
- Berridge, V. (2003): „Public or policy understanding of history?“ In: *Social history of medicine* 16, 511–523.
- Bevilacqua, F. & Giannetto, E. (1998): „The history of physics and european physics education“. In: Fraser, B. & Tobin, K. (Hrsg.): *International handbook of science education*. Dordrecht, Boston und London: Kluwer, 1015–1026.
- Bevilacqua, F., Giannetto, E. & Matthews, M. R. (Hrsg.) (2001): *Science education and culture. The contribution of history and philosophy of science*. Dordrecht u.a.: Kluwer.
- Biagioli, M. (1998): „The scientific revolution is undead“. In: *Configurations* 6, 141–148.

- Biagioli, M. (2009): „Postdisciplinary liaisons. Science studies and the humanities“. In: *Critical Inquiry* 35, 816–833. eprint: <http://www.journals.uchicago.edu/doi/pdf/10.1086/599586>.
- Blümel, H. et al. (2000): *Biologie Band 2. Regelschule Thüringen*. Berlin: Volk und Wissen.
- Bünder, W. (1994): „Vom Feuer zur physikalischen Chemie. Ein Versuch, historisch-genetisches Lernen für Theorie und Praxis des Chemieunterrichts weiterzuentwickeln“. In: Misgeld, W. u. (Hrsg.): *Historisch-genetisches Lernen in den Naturwissenschaften*. Weinheim: Deutscher Studien Verlag, 149–184.
- Boostrom, R. (2001): „Whither textbooks?“ In: *Journal of Curriculum Studies* 33, 229–245.
- Boujaoude, S., Sowwan, S. & Abd-El-Khalick, F. (2005): „The effect of using drama in science teaching on student’s conceptions of the nature of science“. In: Boersma, K. et al. (Hrsg.): *Research and the quality of science education*. Dordrecht: Springer, 259–267.
- Breidbach, O. et al. (Hrsg.) (2010): *Experimentelle Wissenschaftsgeschichte*. München: Wilhelm Fink.
- Bretschneider, J. (1996): „Philosophieren im Biologieunterricht“. In: *Biologie in der Schule* 45.1, 21–24.
- Brezmann, S. (2004): *Beschreiben, Erklären, Definieren und andere Erkenntnistätigkeiten. Empfehlungen und Materialien zur Nutzung von Erkenntnistätigkeiten im naturwissenschaftlichen Unterricht*. Frankfurt/Main.
- Brush, S. G. (1974): „Should the history of science be rated X?“ In: *Science Communication* 183, 1164–1172.
- (1989): „History of science and science education“. In: *Interchange* 20, 60–70.
- (2007): „Suggestions for the study of science“. In: Gavroglu, K. & Renn, J. (Hrsg.): *Positioning the history of science*. Dordrecht: Springer, 13–25.
- Bryson, B. (2003): *A short history of nearly everything*. London: Doubleday.
- Bucchi, M. (1998): *Science and the media. Alternative routes in scientific communication*. London.
- (2000): „A public explosion. Big-Bang Theory in the U.K. daily press“. In: Dierkes, M. & Grote, C. v. (Hrsg.): *Between understanding and trust. The public, science and technology*. Amsterdam, 331–338.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.) (2009): *Wissenschaftsjahre 2000 bis 2009. Erfahrungen und Perspektiven der Wissenschaftskommunikation*. Bonn und Berlin.

- Butscheike, A. (2010): „MNT - ein neues Unterrichtsfeld in Thüringen. Innovation oder Sackgasse?“ Staatsexamensarbeit. Magisterarb. Universität Jena.
- Butterfield, H. (1931): *The whig interpretation of history*. London: G. Bell und Sons.
- Bybee, R. W. (2002): „Scientific Literacy - Mythos oder Realität?“ In: Gräber, W. et al. (Hrsg.): *Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung*. Opladen: Leske + Budrich, 21–43.
- Calsamiglia, H. (2003): „Editorial. Popularization discourse“. In: *Discourse Studies* 5, 139–146.
- Carson, R. N. (2001): „The epic narrative of intellectual culture as a framework for curricular coherence“. In: Bevilacqua, F., Giannetto, E. & Matthews, M. R. (Hrsg.): *Science education and culture. The contribution of history and philosophy of science*. Dordrecht u.a.: Kluwer, 67–82.
- Carvalho, W. & Carvalho, C. A. B. (2002): „Roleplays in middle school science textbooks. A significant contribution to the history of science teaching“. In: *Proceedings of the 10th IOSTE Symposium*.
- Chang, H. (1999): „History and philosophy of science as a continuation of science by other means“. In: *Science & Education* 8, 413–425.
- Chiappetta, E. L. & Fillman, D. A. (2007): „Analysis of five high school biology textbooks used in the United States for inclusion of the nature of science“. In: *International Journal of Science Education* 29, 1847–1868.
- Christie, J. R. R. (1993): „Aurora, Nemesis and Clio“. In: *British Journal for the History of Science* 26, 391–405.
- (1996): „The development of the historiography of science“. In: Olby, R. C. et al. (Hrsg.): *Companion to the history of modern science*. London: Routledge, 5–22.
- Clark, W. (1995): „Narratology and the history of science“. In: *Studies in the History and Philosophy of Science* 26, 1–71.
- (1997): „German Physics Textbooks in the Goethezeit“. In: *History of Science* 35, 221–239, 295–363.
- Clough, M. P. (1998): „Integrating the nature of science with student teaching. Rationale and strategies“. In: McComas, W. F. (Hrsg.): *The nature of science in science education. Rationales and strategies*. Dordrecht/Boston/London: Kluwer, 197–208.
- (2006): „Learners responses to the demands of conceptual change. Considerations for effective nature of science instruction“. In: *Science & Education* 15, 463–494.
- Cohen, I. B. (1994a): *Revolutionen in der Naturwissenschaft*. Frankfurt/Main: Suhrkamp.

- Cohen, I. F. (1994b): *The Scientific Revolution. A historiographical inquiry*. Chicago: University of Chicago Press.
- Cooter, R. & Pumfrey, S. (1994): „Separate spheres and public places. Reflections on the history of science popularization and science in popular culture“. In: *History of science* 32, 237–267.
- COPUS (2012). URL: <http://www.copusproject.org/> (Stand: 10.05.2012).
- Cornelsen-Verlag (2012): *Suche nach "Biologie plus"*. URL: http://www.cornelsen.de/lehrkraefte/suche?such_quelle=filterbox&schultyp=GY&bundesland=THG&fach=BIO&produktart=&klassenstufe=&ist_ein_download=&freitext=biologie+plus&x=0&y=0 (Stand: 10.05.2012).
- Crawford, K. (2003): „Editorial. The role and purpose of textbooks“. In: *International Journal of Historical Learning, Teaching and Research* 3, 5–10.
- Creath, R. (2010): „The role of history in science“. In: *Journal of the History of Biology* 43, 207–214.
- Cunningham, A. & Williams, P. (1993): „De-centering the 'Big Picture'. 'The origins of modern science' and the modern origins of science“. In: *British Journal for the History of Science* 26, 407–432.
- Dagher, Z. R. & Ford, D. J. (2005): „How are scientists portrayed in children's science biographies?“ In: *Science & Education* 14, 377–393.
- Dass, P. M. (2005): „Understanding the nature of scientific enterprise (NOSE) through a discourse with its history. The influence of an undergraduate 'history of science' course“. In: *International Journal of Science and Mathematics Education* 3, 87–115.
- Daston, L. (2009): „Science studies and the history of science“. In: *Critical Inquiry* 35, 798–813. eprint: <http://www.journals.uchicago.edu/doi/pdf/10.1086/599584>.
- Daum, A. W. (1998): *Wissenschaftspopularisierung im 19. Jahrhundert. Bürgerliche Kultur, naturwissenschaftliche Bildung und die deutsche Öffentlichkeit 1848-1914*. München: R. Oldenbourg Verlag.
- (2009): „Varieties of popular science and the transformations of public knowledge. Some historical reflections“. In: *Isis* 100, 319–332.
- Dawkins, K. R. & Glatthorn, A. A. (1998): „Using historical case studies in biology to explore the nature of science. A professional development program for high school teachers“. In: McComas, W. F. (Hrsg.): *The nature of science in science education. Rationales and strategies*. Dordrecht/Boston/London: Kluwer, 163–176.
- Dawkins, R. (1976): *The selfish gene*. New York: Oxford University Pres.
- Dear, P. & Jasanoff, S. (2010): „Dismantling Boundaries in Science and Technology Studies“. In: *Isis* 101, 759–774.

- Dedes, C. (2005): „The mechanism of vision. Conceptual similarities between historical models and children’s representations“. In: *Science & Education* 14, 699–712.
- Dennis, M. A. (1997): „Historiography of science. An american perspective“. In: Krige, J. & Pestre, D. (Hrsg.): *Science in the twentieth century*. Amsterdam: Harwood, 1–26.
- Desmond, A. & Moore, J. (1992): *Darwin*. London: Penguin Books.
- Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung (2012). URL: <http://bbf.dipf.de/> (Stand: 10.05.2012).
- Dierkes, M. & Grote, C. v. (Hrsg.) (2000): *Between understanding and trust. The public, science, and technology*. Amsterdam.
- Dixon, T. (2008): *Science and religion. A very short introduction*. Oxford: Oxford University Press.
- Drakopoulou, M., Skordoulis, C. & Halkia, K. (o. J.[a]): *History of science (HOS) integration in 20th Century Greek primary school science textbooks*. URL: http://asel.primeu.uoa.gr/PAPERS/4_2004mdrecer.pdf (Stand: 10.05.2012).
- (o. J.[b]): *History of science in 20th Century Greek science textbooks of primary education*. URL: <http://www.ihpst2005.leeds.ac.uk/papers/Drakopoulou.pdf> (Stand: 10.05.2012).
- Duden (2012): *Livebook Biologie. Gymnasiale Oberstufe*. URL: http://www.duden-paetec.de/verlag/flash_book/978-3-89818-439-7/book.html?actLogo=1%27,%20%27Detailansicht%27,%20%27toolbar=no,status=no,menubar=no,scrollbars=yes,width=820,height=600%27 (Stand: 01.06.2012).
- (o. J.): *Ein Schulbuch entsteht – gestalten Sie mit!* URL: <http://www.duden-paetec.de/verlag/pdf/1196.pdf> (Stand: 10.05.2012).
- Duit, R. (2007): „Zum Stand der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung im deutschsprachigen Raum“. In: Höttecke, D. (Hrsg.): *Naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich*. Bd. 27. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Berlin: LIT Verlag, 81–97.
- Duschl, R. A. & Hamilton, R. J. (1998): „Conceptual change in science and in the learning of science“. In: Fraser, B. & Tobin, K. (Hrsg.): *International handbook of science education*. Dordrecht, Boston und London: Kluwer, 1047–1065.
- Egan, K. (1989): *Teaching as story telling. An alternative approach to teaching and curriculum in the elementary school*. Chicago: University of Chicago Press.
- Eijck, M. van & Roth, W.-M. (2008): „Representations of scientists in Canadian high school and college books“. In: *Journal of Research in Science Teaching* 45, 1059–1082.

- European Commission (Hrsg.) (2005): *Special Eurobarometer 224: Europeans, science & technology*. URL: http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_224_report_en.pdf (Stand: 10.05.2012).
- Fahnestock, J. (1998): „Accommodating science. The rhetorical life of scientific facts“. In: *Written Communication* 15, 330–350.
- Fariás, D. C., Castelló E., J. & Molina C., M. (2012): „What science textbooks have to say about what scientists do and the way science works“. In: *Science & Education*. in review.
- Fehlfarben (1980): *Monarchie und Alltag (CD)*. Köln: EMI.
- Feldhay, R. (1994): „Narrative constraints on historical writing. The case of the scientific revolution“. In: *Science in Context* 7, 7–24.
- Felt, U. (2000): „Why should the public 'understand' science? A historical perspective on aspects of the public understanding of science“. In: Dierkes, M. & Grote, C. v. (Hrsg.): *Between understanding and trust. The public, science and technology*. Amsterdam, 7–38.
- (2002): „Wissenschaft, Politik und Öffentlichkeit - Wechselwirkungen und Grenzverschiebungen“. In: Ash, M. G. & Stifter, C. H. (Hrsg.): *Wissenschaft, Politik und Öffentlichkeit. Von der Wiener Moderne bis zur Gegenwart*. Wien: WUV, 47–72.
- Field, H. & Powell, P. (2001): „Public understanding of science versus public understanding of research“. In: *Public Understanding of Science* 10, 421–426.
- Findlen, P. (2005): „The two cultures of scholarship?“ In: *Isis* 96, 230–237.
- Fleck, L. (1994): *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache. Einführung in die Lehre vom Denkstil und Denkkollektiv*. 3. Aufl. Frankfurt/Main: Suhrkamp.
- Ford, D. J. (2004): „Scaffolding preservice teachers' evaluation of children's science literature. Attention to science-focused genres and use“. In: *Journal of Science Teacher Education* 15, 133–153.
- (2006): „Representations of science within children's trade books“. In: *Journal of Research in Science Teaching* 43, 214–235.
- Fox, R. (2006): „Fashioning the discipline. History of science in the european intellectual tradition“. In: *Minerva* 44, 410–432.
- Fraser, B. & Tobin, K. (Hrsg.) (1998): *International handbook of science education*. Dordrecht, Boston und London: Kluwer.
- Frercks, J. (2001): *Die Forschungspraxis Hippolyte Fizeaus. Eine Charakterisierung ausgehend von der Replikation seines Ätherwindexperiments von 1828*. Berlin: Wissenschaft und Technik Verlag.

- Friedell, E. (1984): *Abschaffung des Genies. Essays bis 1918*. Hrsg. von H. Illig. Wien und München: Löcker Verlag.
- Fuller, S. (1997): „Who’s afraid of the history of contemporary science?“ In: Söderqvist, T. (Hrsg.): *The historiography of contemporary science and technology*. Amsterdam u.a.: Harwood, 245–259.
- Fyfe, A. & Smith, P. (2006): „Telling stories“. In: *British Journal for the History of Science* 36, 471–476.
- Gascoigne, J. (2007): „“Getting a Fix”. The Longitude Phenomenon“. In: *Isis* 98, 769–778.
- Gaster, B. (1990): „Assimilation of scientific change. The introduction of molecular genetics into biology textbooks“. In: *Social Studies of Science* 20, 431–454.
- Gauld, C. (1992): „The historical anecdote as a ‘caricature’. A case study“. In: *Research in Science Education* 22, 149–156.
- Georg-Eckert-Institut für internationale Schulbuchforschung (2012). URL: <http://www.gei.de/> (Stand: 10.05.2012).
- Gericke, N. M. & Hagberg, M. (2010): „Conceptual incoherence as a result of the use of multiple historical models in school textbooks“. In: *Research in Science Education* 40, 605–623.
- Gieryn, T. F. (1994): „Boundaries of science“. In: Jasanoff, S. et al. (Hrsg.): *Handbook of science and technology studies*. Thousand Oaks, London und New Delhi: Sage, 393–443.
- Gillispie, C. C. (2007): „The distorted meridian“. In: *Isis* 98, 788–795.
- Gingras, Y. (2007): „The search for autonomy in history of science“. In: Gavroglu, K. & Renn, J. (Hrsg.): *Positioning the history of science*. Dordrecht: Springer, 61–64.
- Ginzburg, C. (1979): *Der Käse und die Würmer. Die Welt eines Müllers um 1600*. Frankfurt/Main: Syndikat.
- Gleeson, J. (1998): *The arcanum. The extraordinary true story*. New York: Warner Books.
- Gleick, J. (1987): *Chaos. Making a new science*. New York: Penguin Books.
- Goertz, H.-J. (2001): *Unsichere Geschichte. Zur Theorie historischer Referentialität*. Stuttgart: Reclam.
- Golinski, J. (2007): „Introduction“. In: *Isis* 98, 755–759.
- Gooding, D. (1989): „Thought in action. Making sense of uncertainty in the laboratory“. In: Shortland, M. & Warick, A. (Hrsg.): *Teaching the history of science*. Oxford: British Society for the History of Science und Basil Blackwell, 126–141.

- Gorman, M. & Robinson, J. K. (1998): „Using history to teach invention and design. The case of the telephone“. In: *Science & Education* 7, 173–201.
- Gough, N. (2006): „Shaking the tree, making a rhizome. Towards a nomadic geophilosophy of science education“. In: *Educational Philosophy and Theory* 38, 625–645.
- Gould, S. J. (2003): „Drink deep, or taste not the Pierian Spring. Musings on the teaching and learning of science“. In: Gould, S. J. et al. (Hrsg.): *Science literacy for the twenty-first century*. Amherst, N. Y.: Prometheus Books, 113–117.
- Govoni, P. (2005): „Historians of science and the “Sobel effect”“. In: *Journal of Science Communication* 4.1, 1–17.
- Graf, E. (Hrsg.) (2004): *Biologiedidaktik für Studium und Unterrichtspraxis*. Donauwörth: Auer Verlag.
- Gräber, W. & Nentwig, P. (2002): „Scientific Literacy - Naturwissenschaftliche Grundbildung in der Diskussion“. In: Gräber, W. et al. (Hrsg.): *Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung*. Opladen: Leske + Budrich, 7–20.
- Gregory, J. & Miller, S. (1998): *Science in public. Communication, culture and credibility*. New York.
- Greiffenhagen, C. & Sherman, W. (2008): „Kuhn and conceptual change. On the analogy between conceptual changes in science and children“. In: *Science & Education* 17, 1–26.
- Groffman, P. M. et al. (2010): „Restarting the conversation. Challenges at the interface between ecology and society“. In: *Frontiers in Ecology and the Environment* 8, 284–291.
- Gropengießer, H. & Kattmann, U. (Hrsg.) (2006): *Fachdidaktik Biologie*. 7. Aufl. Köln: Aulis Verlag Deubner.
- (Hrsg.) (2008): *Fachdidaktik Biologie*. 8. Aufl. Köln: Aulis Verlag Deubner.
- Gropengießer, H., Kattmann, U. & Krüger, D. (Hrsg.) (2009): *Biologiedidaktik in Über-sichten*. Köln: Aulis Verlag Deubner.
- Grote, C. v. & Dierkes, M. (2000): „Public understanding of science and technology. State of the art and consequences for future research“. In: Dierkes, M. & Grote, C. v. (Hrsg.): *Between understanding and trust. The public, science and technology*. Amsterdam, 341–362.
- Hacking, I. (1983): *Representing and intervening. Introductory topics in the philosophy of natural science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hagner, M. (Hrsg.) (2001a): *Ansichten der Wissenschaftsgeschichte*. Frankfurt/Main: Fischer.

- Hagner, M. (2001b): „Ansichten der Wissenschaftsgeschichte [Einleitung]“. In: Hagner, M. (Hrsg.): *Ansichten der Wissenschaftsgeschichte*. Frankfurt/Main: Fischer, 7–39.
- (2001c): „Wer hat Angst vor 'Kopenhagen'? Überlegungen zur literarischen Produktion der Geschichte“. In: Frayn, M. & Dörries, M. (Hrsg.): *Kopenhagen. Stück in zwei Akten*. Göttingen: Wallstein Verlag, 247–257.
- Hamilton, A. & Wheeler, Q. D. (2008): „Taxonomy and why history of science matters for science. A case study“. In: *Isis* 99, 331–340.
- Harris, R. A. (1997): „Introduction“. In: Harris, R. A. (Hrsg.): *Landmark essays on rhetoric of science. Case studies*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, xi–xlv.
- Haupt, B. (1987): *Deutschsprachige Chemielehrbücher (1775–1850)*. Stuttgart: Deutscher Apotheker Verlag.
- Hawking, S. (1988): *A brief history of time*. Toronto: Bantam Dell.
- Heering, P. (1998): *Das Grundgesetz der Elektrostatik. Experimentelle Replikation und wissenschaftshistorische Analyse*. Wiesbaden: DUV.
- (2000): „Getting shocks. Teaching secondary school physics through history“. In: *Science & Education* 9, 363–373.
- Heilbron, J. (1987): „Applied history of science“. In: *Isis* 78, 552–563.
- Heilbron, J. L. (Hrsg.) (2003): *The Oxford companion to the history of modern science*. Oxford u.a.: Oxford University Press.
- Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (2012): *Tagfalter-Monitoring*. URL: <http://www.tagfalter-monitoring.de/> (Stand: 10.05.2012).
- Hessen, B. (1931): „The social and economic roots of Newton's 'Principia'“. In: *Science at the cross roads. Papers presented to the International Congress of the History of Science and Technology*. Kniga: Kniga, 147–212.
- Hilgartner, S. (1990): „The dominant view of popularization. Conceptual problems, political uses“. In: *Social Studies of Science* 20, 519–539.
- (2000): *Science on stage. Expert advice as public drama*. Stanford.
- Höble, C., Höttecke, D. & Kircher, E. (Hrsg.) (2004): *Lehren und Lernen über die Naturwissenschaften*. Baltzweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Hofheinz, V. (2008): „Erwerb von Wissen über 'Nature of Science'. Eine Fallstudie zum Potenzial impliziter Aneignungsprozesse in geöffneten Lehr-Lern-Arrangements am Beispiel von Chemieunterricht“. Diss. Universität Siegen.
- Howe, E. M. & Rudge, D. W. (2005): „Recapitulating the history of Sickle-Cell Anemia research“. In: *Science & Education* 14, 423–441.

- Hoyningen-Huene, P. (1989): *Die Wissenschaftsphilosophie Thomas S. Kuhns. Rekonstruktion und Grundlagenprobleme*. Braunschweig/Wiesbaden: Friedr. Vieweg & Sohn.
- Höttecke, D. (2000): „How and what can we learn from replicating historical experiments? A case study“. In: *Science & Education* 9, 343–362.
- (2001a): *Die Natur der Naturwissenschaften historisch verstehen. Fachdidaktische und wissenschaftshistorische Untersuchungen*. Berlin: Logos-Verlag.
- (2001b): „Die Vorstellung von Schülern und Schülerinnen von der 'Natur der Naturwissenschaften'“. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 7, 7–23.
- (2004): „Wissenschaftsgeschichte im naturwissenschaftlichen Unterricht“. In: Höhle, C., Höttecke, D. & Kircher, E. (Hrsg.): *Lehren und Lernen über die Naturwissenschaften*. Baltzweiler: Schneider Verlag Hohengehren, 43–56.
- Höttecke, D., Henke, A. & Riess, F. (2010): „Implementing history and philosophy of science teaching. Strategies, methods, results and experiences from the European HIPST Project“. In: *Science & Education*. URL: <http://www.springerlink.com/content/t756lx5868142227/fulltext.pdf> (Stand: 10.05.2012).
- Hughes, J. & Söderqvist, T. (1999): „Why is it so difficult to write the history of contemporary science?“ In: *Endeavour* 23, 1–2.
- Hull, D. L. (2000): „The professionalization of science studies. Cutting some slack“. In: *Biology and Philosophy* 15, 61–91.
- Institut für Bildungsmedien e.V. (Hrsg.) (1997/98): *Die Kleine Schulbuch-Schule*. Frankfurt/Main: Institut für Bildungsmedien e.V.
- IPN – Leibnitz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik (2012): *Bibliography - STCSE*. URL: <http://www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/stcse/stcse.html> (Stand: 10.05.2012).
- Irez, S. (2009): „Nature of science as depicted in Turkish biology textbooks“. In: *Science Education* 93, 422–447.
- Irwin, A. & Wynne, B. (1996): „Conclusions“. In: Irwin, A. & Wynne, B. (Hrsg.): *Misunderstanding science? The public reconstruction of science and technology*. Cambridge: Cambridge University Press, 213–221.
- Issitt, J. (2004): „Reflections on the study of textbooks“. In: *History of Education* 33, 683–696.
- Jardine, N. (2001): „Sammlung, Wissenschaft, Kulturgeschichte“. In: Heesen, A. te & Spary, E. C. (Hrsg.): *Sammeln als Wissen. Das Sammeln und seine wissenschaftsgeschichtliche Bedeutung*. Göttingen: Wallstein, 199–221.

- Jenkins, E. (1989): „Why the history of science?“ In: Shortland, M. & Warick, A. (Hrsg.): *Teaching the history of science*. Oxford: British Society for the History of Science und Basil Blackwell, 19–29.
- Jensen, M. S. & Finley, F. N. (1995): „Teaching evolution using historical arguments in a conceptual change strategy“. In: *Science Education* 79, 147–166.
- (1997): „Teaching evolution using a historically rich curriculum & paired problem solving instructional strategy“. In: *The American Biology Teacher* 59, 208–212.
- Johnsen, E. B. (2001): *Textbooks in the kaleidoscope. A critical survey of literature and research on educational texts*. URL: <http://www-bib.hive.no/tekster/pedtekst/kaleidoscope/forside.html> (Stand: 10.05.2012).
- Jones, R. (1989): „The historiography of science. Retrospect and future challenge“. In: Shortland, M. & Warick, A. (Hrsg.): *Teaching the history of science*. Oxford: British Society for the History of Science und Basil Blackwell, 80–99.
- Jürgens, U. (2007): „Was macht ein Lehrwerk erfolgreich?“ In: *Grundschule* 3, 51.
- Junker, R. & Scherer, S. (2006): *Evolution. Ein kritisches Lehrbuch*. 6. Aufl. Gießen: Weyel-Verlag.
- Junker, T. & Hoßfeld, U. (2009): *Die Entdeckung der Evolution. Eine revolutionäre Theorie und ihre Geschichte*. 270 S., 2. Auflage, Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt. 2. Aufl. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt.
- Jurdant, B. (1993): „Popularization of science as the autobiography of science“. In: *Public Understanding of Science* 2, 365–373.
- Justi, R. & Gilbert, J. (2000): „History and philosophy of science through models. Some challenges in the case of 'the atom'“. In: *International Journal of Science Education* 22, 993–1009.
- Kaiser, D. (2005a): „Moving pedagogy from the periphery to the center“. In: Kaiser, D. (Hrsg.): *Pedagogy and the practice of science. Historical and contemporary perspectives*. Cambridge: MIT Press, 1–8.
- (2005b): „Training and the generalist's vision in the history of science“. In: *Isis* 96, 244–251.
- Kampourakis, K. & McComas, W. F. (2010): „Charles Darwin and evolution. Illustrating human aspects of science“. In: *Science & Education* 19, 637–654.
- Kehlmann, D. (2005): *Die Vermessung der Welt*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Keller, E. F. (2007): „Between science and history“. In: Gavroglu, K. & Renn, J. (Hrsg.): *Positioning the history of science*. Dordrecht: Springer, 57–60.

- Köhler, K. (2004a): „Nach welchen Prinzipien kann Biologieunterricht gestaltet werden?“ In: Spörhase-Eichmann, U. & Ruppert, W. (Hrsg.): *Biologie-Didaktik. Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II*. Berlin: Cornelsen, 124–145.
- (2004b): „Welche fachgemäßen Arbeitsweisen werden im Biologieunterricht eingesetzt?“ In: Spörhase-Eichmann, U. & Ruppert, W. (Hrsg.): *Biologie-Didaktik. Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II*. Berlin: Cornelsen, 146–159.
- Killermann, W., Hiering, P. & Starosta, B. (2005): *Biologieunterricht heute. Eine moderne Fachdidaktik*. 11. Aufl. Donauwörth: Auer Verlag.
- Kindi, V. (2005): „Should science teaching involve the history of science? An assessment of Kuhn’s view“. In: *Science & Education* 14, 721–731.
- Kipnis, N. (1996): „The ‘historical-investigative’ approach to teaching science“. In: *Science & Education* 5, 277–292.
- (1998): „A history of science approach to the nature of science. Learning science by rediscovering it“. In: McComas, W. F. (Hrsg.): *The nature of science in science education. Rationales and strategies*. Dordrecht/Boston/London: Kluwer, 177–196.
- Kircher, E. & Dittmer, A. (2004): „Lehren und lernen über die Natur der Naturwissenschaften Ein Überblick“. In: Hößle, C., Höttecke, D. & Kircher, E. (Hrsg.): *Lehren und Lernen über die Naturwissenschaften*. Baltzweiler: Schneider Verlag Hohengehren, 2–22.
- Kircher, E., Girwids, R. & Häußler, P. (2007): *Physikdidaktik. Theorie und Praxis*. Berlin u.a.: Springer.
- Klassen, S. (2009): „The construction and analysis of a science story. A proposed methodology“. In: *Science & Education* 18, 401–423.
- Klein, M. J. (1972): „Use and abuse of historical teaching in physics“. In: Brush, S. G. & King, A. L. (Hrsg.): *History in the teaching of physics*. Hanover: University Press of New England, 12–18.
- Klett-Verlag (2011): *Natura – Biologie für Gymnasien*. URL: <http://www.klett.de/sixcms/list.php?page=titelfamilie&titelfamilie=Natura&modul=produktdetail&isbn=3-12-045210-6> (Stand: 01.08.2011).
- Klopfer, L. E. (1969): „The teaching of science and the history of science“. In: *Journal of Research in Science Teaching* 6, 87–95.
- Knain, E. (2001): „Ideologies in school science textbooks“. In: *International Journal of Science Education* 23, 319–329.
- Kohler, R. E. (2005): „A generalist’s vision“. In: *Isis* 96, 224–229.
- Kolsto, S. D. (2008): „Science education for democratic citizenship through the use of the history of science“. In: *Science & Education* 17, 977–997.

- Koponen, I. T. & Mäntylä, T. (2006): „Generative role of experiments in physics and in teaching physics. A suggestion for epistemological reconstruction“. In: *Science & Education* 15, 31–54.
- Kragh, H. (1987): *An introduction to the historiography of science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- (2007): „History, science, and history of science“. In: Gavroglu, K. & Renn, J. (Hrsg.): *Positioning the history of science*. Dordrecht: Springer, 105–107.
- Kremer, A. & Stäudel, L. (1997): „Zum Stand des fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterrichts in der Bundesrepublik Deutschland. Eine vorläufige Bilanz“. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 3, 52–66.
- Kremer, K. & Stüben, W. (2008): „Cholera in Hamburg - Wissenschaftshistorisch verstehen“. In: *Unterricht Biologie* 336, 7–12.
- Kreuzer, H. (Hrsg.) (1987): *Die zwei Kulturen. Literarische und naturwissenschaftliche Intelligenz*. München: Klett-Cotta.
- Krüger, D. & Mayer, J. (2006): „Sonderheft: Forschen wie ein Wissenschaftler“. In: *Unterricht Biologie* 318.
- Kubli, F. (1996): „Erzählen in konstruktivistischer Sicht“. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 2, 39–50.
- (2001a): „Can the theory of narratives help science teachers be better storytellers?“ In: *Science & Education* 10, 595–599.
- (2001b): „Narrative Aspekte im naturwissenschaftlichen Unterricht“. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 7, 25–32.
- Kugler, C. (2002): „Darwin’s theory, Mendel’s laws. Labels & the teaching of science“. In: *The American Biology Teacher* 64, 341–351.
- Kuhn, T. S. (1992): „Die Wissenschaftsgeschichte“. In: Krüger, L. (Hrsg.): *Die Entstehung des Neuen*. 4. Aufl. Frankfurt/Main: Suhrkamp, 169–193.
- (1996): *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen*. 2. rev. und um das Postskriptum von 1969 erg. Aufl., 14. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Kultusministerkonferenz (KMK) (Hrsg.) (2004a): *Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss. Beschluss vom 16.12.2004*. URL: http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Biologie.pdf (Stand: 10.05.2012).
- (Hrsg.) (2004b): *Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Biologie*. URL: http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/1989/1989_12_01-EPA-Biologie.pdf (Stand: 10.05.2012).

- Latour, B. (1987): *Science in action. How to follow scientists and engineers through society*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- (1993): *We have never been modern*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Laugksch, R. C. (2000): „Scientific literacy. A conceptual overview“. In: *Science Education* 84, 71–94.
- Lederman, N., Wade, P. & Bell, R. L. (1998): „Assessing understanding of the nature of science. A historical perspective“. In: McComas, W. F. (Hrsg.): *The nature of science in science education. Rationales and strategies*. Dordrecht/Boston/London: Kluwer, 331–350.
- Leite, L. (2002): „History of science in science education. Development and validation of a checklist for analysing the historical content of science textbooks“. In: *Science & Education* 11, 333–359.
- Lin, H. S. & Chen, C. C. (2002): „Promoting preservice chemistry teachers’ understanding about the nature of science through history“. In: *Journal of Research in Science Teaching* 39, 773–792.
- Lind, G. (1992): *Physik im Lehrbuch 1700–1850*. Berlin: Springer.
- Logan, R. A. (2001): „Science mass communication. Its conceptual history“. In: *Science Communication* 23, 135–163.
- Lundgren, A. & Bensaude-Vincent, B. (Hrsg.) (2000): *Communicating Chemistry Textbooks and their Audiences 1789–1939*. Canton: Watson Publishing International.
- Lynch, P. & Strube, P. (1983): „Tracing the origins and development of the modern science text. Are new books really new?“ In: *Research in Science Education* 13, 233–243.
- Maienschein, J. (1999): „The value of practicing practical history“. In: *Endeavour* 23, 3–4.
- (2000): „Why study history for science?“ In: *Biology and Philosophy* 15, 339–348.
- (2001a): „Advocating the history of science“. In: Allen, G. E. & MacLeod, R. M. (Hrsg.): *Science, history and social activism. A tribute to Everett Mendelsohn*. Dordrecht: Kluwer, 23–36.
- (2001b): „On cloning. Advocating history of biology in the public interest“. In: *Journal of the History of Biology* 34, 423–432. ISSN: 0022-5010.
- Maienschein, J., Laubichler, M. & Loettgers, A. (2008): „How can history of science matter to scientists?“ In: *Isis* 99, 341–349.
- Martin, B. & Brouwer, W. (1991): „The sharing of personal science and the narrative element in science education“. In: *Science Education* 75, 702–722.

- Masur, L. P. (1993): „Stephen Jay Gould’s vision of history“. In: McRae, M. W. (Hrsg.): *The literature of science. Perspectives on popular scientific writing*. Athens: University of Georgia Press, 113–131.
- Matthews, M. R. (1994): *Science teaching. The role of history and philosophy of science*. New York: Routledge.
- (1997): „Introductory comments on philosophy and constructivism in science education“. In: *Science & Education* 6, 5–14.
- Mayer, A.-K. (2004): „Setting up a discipline, II. British history of science and ‘the end of ideology’, 1931–1948“. In: *Studies in History and Philosophy of Science* 35, 41–72.
- McComas, W. F. (1997): „The discovery & nature of evolution by natural selection. Misconceptions & lessons from the history of science“. In: *The American Biology Teacher* 59, 492–500.
- (Hrsg.) (1998a): *The nature of science in science education. Rationales and strategies*. Dordrecht/Boston/London: Kluwer.
- (1998b): „The principal elements of the nature of science. Dispelling the myths“. In: McComas, W. F. (Hrsg.): *The nature of science in science education. Rationales and strategies*. Dordrecht/Boston/London: Kluwer, 53–70.
- McComas, W. F., Clough, M. P. & Almazroa, H. (1998): „The role and character of the nature of science in science education“. In: McComas, W. F. (Hrsg.): *The nature of science in science education. Rationales and strategies*. Dordrecht/Boston/London: Kluwer, 3–39.
- McComas, W. F. & Olson, J. K. (1998): „The nature of science in international science education standards documents“. In: McComas, W. F. (Hrsg.): *The nature of science in science education. Rationales and strategies*. Dordrecht/Boston/London: Kluwer, 41–52.
- McEvoy, J. G. (2001): „Whither the history of science. Reflections on the historiography of the chemical revolution“. URL: http://philsci-archive.pitt.edu/archive/00000507/00/s_Pitt_paper.doc (Stand: 23.08.2007).
- (2007): *Modernism, postmodernism and the historiography of science*. URL: http://philsci-archive.pitt.edu/archive/00003490/01/RM_paper_3_vdoc.doc (Stand: 05.02.2008).
- McRae, M. W. (Hrsg.) (1993): *The literature of science. Perspectives on popular scientific writing*. Athens: University of Georgia Press.
- Medawar, P. (1964): „Is the scientific paper a fraud?“ In: Edge, D. (Hrsg.): *Experiment: A Series of Scientific Case Histories First Broadcast in the BBC Third Programme*. London: British Broadcasting Corporation, 7–13.

- Mellor, F. (2003): „Between fact and fiction. Demarcating science from non-science in popular physics books“. In: *Social Studies of Science* 33, 509–538.
- Menzel, W. (2007): „Vom langen Weg des Schulbuchs in den Unterricht“. In: *Grundschule* 3, 50–51.
- Merton, R. K. (1968): *Social theory and social structure*. New York: Free Press.
- Metz, D. et al. (2007): „Building a foundation for the use of historical narratives“. In: *Science and Education* 16, 313–334.
- Meyling, H. (1997): „How to change student’s conceptions of the epistemology of science“. In: *Science & Education* 6, 397–416.
- Michael, M. (1992): „Lay discourses of science. Science-in-general, science-in-particular, and self“. In: *Science, Technology and Human Values* 17, 313–333.
- (1996): „Ignoring Science. Discourse of Ignorance in the public understanding of science“. In: Irwin, A. & Wynne, B. (Hrsg.): *Misunderstanding science? The public reconstruction of science and technology*. Cambridge: Cambridge University Press, 107–125.
- (2002): „Comprehension, apprehension, prehension. Heterogeneity and the public understanding of science“. In: *Science, Technology, and Human Values* 27, 357–378. ISSN: 0162-2439.
- Mikelskis, H. F. (o.J.): *Goethe meets Newton. Ein Disput über Farben*. URL: http://www.uni-potsdam.de/db/physik_didaktik/files/goethe.pdf?129,99 (Stand: 13.01.2010).
- Mikk, J. (2000): *Textbook. Research and Writing*. Frankfurt/Main: Peter Lang.
- Millar, R. & Wynne, B. (1988): „Public understanding of science. From contents to processes“. In: *International Journal of Science Education* 10, 388–398.
- Millar, R. & Osborne, J. (1998): *Beyond 2000. Science education for the future*. London: King’s College London.
- Miller, D. P. (2002): „The "Sobel Effect". The amazing tale of how multitudes of popular writers pinched all the best stories in the history of science and became rich and famous while historians languished in accustomed poverty and obscurity, and how this transformed the word. A reflection on a publishing phenomenon“. In: *Metascience* 11, 185–200.
- Miller, J. D. (2004): „Public understanding of, and attitudes toward, scientific research. What we know and what we need to know“. In: *Public Understanding of Science* 13, 273–294.
- Miller, J. D. & Pardo, R. (2000): „Civic scientific literacy and attitude to science and technology. A comparative analysis of the European Union, the United States, Japan,

- and Canada“. In: Dierkes, M. & Grote, C. v. (Hrsg.): *Between understanding and trust. The public, science and technology*. Amsterdam, 81–129.
- Miller, S. (2001): „Public understanding of science at the crossroads“. In: *Public Understanding of Science* 10, 115–120.
- Misgeld, W., Ohly, K. P. & Rühaak, H. (Hrsg.) (1994): *Historisch-genetisches Lernen in den Naturwissenschaften*. Weinheim: Deutscher Studien Verlag.
- Misgeld, W., Ohly, K. P. & Strobl, G. (2000): „The historical-genetical approach to science teaching at the Oberstufen-Kolleg Bielefeld“. In: *Science & Education* 9, 333–341.
- Myers, G. (1990): *Writing biology. Texts in the social construction of scientific knowledge*. Madison: University of Wisconsin Press.
- (1991): „Stories and styles in two molecular biology review articles“. In: Bazerman, C. & Paradis, J. (Hrsg.): *Textual dynamics of the professions. Historical and contemporary studies in writing in professional communities*. Madison, 45–75.
- (1994): „Making a discovery. Narratives of split genes“. In: Nash, C. (Hrsg.): *Narrative in culture. The uses of storytelling in the sciences, philosophy, and literature*. London/New York, 102–126.
- (2003): „Discourse studies of scientific popularization. Questioning the boundaries“. In: *Discourse Studies* 5, 265–279.
- Narguizian, P. J. (2002): „The history of science in secondary school biology textbooks in the United States. A content analysis“. Diss. Los Angeles: University of Southern California.
- National Science Board (Hrsg.) (2010): *Science and Engineering Indicators 2010*. National Science Foundation. URL: <http://www.nsf.gov/statistics/seind10/pdf/seind10.pdf> (Stand: 10.05.2012).
- National Science Foundation (2006): *Graduate students and postdoctorates in science and engineering. Fall 2006*. URL: <http://www.nsf.gov/statistics/nsf08306/> (Stand: 10.05.2012).
- Nelson, C. E. et al. (1998): „The nature of science as a foundation for teaching science. Evolution as case study“. In: McComas, W. F. (Hrsg.): *The nature of science in science education. Rationales and strategies*. Dordrecht/Boston/London: Kluwer, 315–328.
- Nickel, G. (Hrsg.) (2008): *Daniel Kehlmanns 'Die Vermessung der Welt'. Materialien, Dokumente, Interpretationen*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Nikolow, S. & Schirrmacher, A. (2007): „Das Verhältnis von Wissenschaft und Öffentlichkeit als Beziehungsgeschichte. Historiographische und systematische Perspektiven“.

- In: Nikolow, S. & Schirmacher, A. (Hrsg.): *Wissenschaft und Öffentlichkeit als Ressourcen füreinander. Studien zur Wissenschaftsgeschichte im 20. Jahrhundert*. Frankfurt/Main: Campus, 11–36.
- Norris, S. et al. (2005): „A theoretical framework for narrative explanation in science“. In: *Science Education* 89, 535–554.
- Nowotny, H. (1993): „Socially distributed knowledge. Five spaces for science to meet the public“. In: *Public Understanding of Science* 2.4, 307–319. eprint: <http://pus.sagepub.com/cgi/reprint/2/4/307.pdf>.
- Numbers, R. L. (Hrsg.) (2009): *Galileo goes to jail and other myths about science and religion*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- o. A. (2007): „Nicht ohne Tadel“. In: *test* 10, 74–80.
- Olby, R. C. et al. (Hrsg.) (1996a): *Companion to the history of modern science*. London: Routledge.
- (1996b): „Introduction“. In: Olby, R. C. et al. (Hrsg.): *Companion to the history of modern science*. London: Routledge, xiii–xxvi.
- Olesko, K. M. (2006): „Science pedagogy as a category of historical analysis. Past, present, and future“. In: *Science & Education* 15, 863–880.
- (2007): „The world we have lost. History as art“. In: *Isis* 98, 760–768.
- Opfer, B. (2007): „Zwischen Markt, Politik und Wissenschaft. Wie entsteht ein Schulbuch für die gymnasiale Oberstufe?“ In: Clauss, M. & Seidenfuß, M. (Hrsg.): *Das Bild des Mittelalters in europäischen Schulbüchern*. Berlin: LIT, 117–124.
- Orpwood, G. W. F. & Souque, J.-P. (1984): *Science education in canadian schools. Vol. I. Introduction and curriculum analyses*. Ottawa: Science Council of Canada.
- Pagliarini, C. d. R. & Silva, C. C. (2007): *History and nature of science in brazilian physics textbooks. Some findings and perspectives*. Ninth International History, Philosophy and Science Teaching Conference. URL: <http://www.ucalgary.ca/ihpst07/proceedings/IHPST07%20papers/2122%20Silva.pdf> (Stand: 10.05.2012).
- Paisley, W. J. (1998): „Scientific literacy and the competition for public attention and understanding“. In: *Science Communication* 20, 70–80.
- Paul, D. (2004): „Spreading chaos. The role of popularizations in the diffusion of scientific ideas“. In: *Written Communication* 21, 32–68.
- Petsko, G. A. (2010): „A faustian bargain“. In: *Genome Biology* 11, 138–140.
- Pfeifer, P., Häusler, K. & Lutz, B. (1992): *Konkrete Fachdidaktik Chemie*. München u.a.: Oldenbourg.

- Pomeroy, D. (1993): „Implications of teachers' beliefs about the nature of science. Comparison of the beliefs of scientists, secondary science teachers, and elementary teachers“. In: *Science Education* 77, 261–278.
- Potsdamer Arbeitsstelle Kleine Fächer (o. J.): *Kleine Fächer*. URL: <http://www.kleinefaecher.de/index.html> (Stand: 10.05.2012).
- Pratchett, T. (2007): „Imaginäre Welten, echte Geschichten“. In: *Der Ganze Wahnsinn. Storys*. München und Zürich: Piper, 113–133.
- Priestley, J. (1767): *The history and present state of electricity, with original experiments*. London: printed for J. Dodsley, J. Johnson and J. Payne, and T. Cadell.
- Principe, L. M. (2007): „Transmuting history“. In: *Isis* 98, 779—787.
- Pumfrey, S. (1989): „The concept of oxygen. Using history of science in science teaching“. In: Shortland, M. & Warick, A. (Hrsg.): *Teaching the history of science*. Oxford: British Society for the History of Science und Basil Blackwell, 142–155.
- Rauch, M. & Wurster, E. (1997): *Schulbuchforschung als Unterrichtsforschung. Vergleichende Schreibtisch- und Praxisevaluation von Unterrichtswerken für den Sachunterricht*. Frankfurt/Main: Peter Lang.
- Rehm, M. (2006): „Allgemeine naturwissenschaftliche Bildung - Entwicklung eines vom Begriff "Verstehen" ausgehenden Kompetenzmodells“. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 12, 23–44.
- Reinhardt, C. (2010): „Historische Wissenschaftsforschung, heute. Überlegungen zu einer Geschichte der Wissensgesellschaft“. In: *Berichte zur Wissenschaftsgeschichte* 33, 81–99.
- Rühaak, H. (1994): „Zur Einführung. Das historisch-genetische Konzept am Oberstufen-Kolleg - Eine Bestandsaufnahme“. In: Misgeld, W., Ohly, K. P. & Rühaak, H. (Hrsg.): *Historisch-genetisches Lernen in den Naturwissenschaften*. Weinheim: Deutscher Studien Verlag, 11–34.
- Rheinberger, H.-J. (2001): *Experimentalsysteme und epistemische Dinge. Eine Geschichte der Proteinsynthese im Reagenzglas*. Göttingen: Wallstein.
- (2004): „Wozu Wissenschaftsgeschichte?“ In: Seising, R., Folkerts, M. & Hashagen, U. (Hrsg.): *Form, Zahl, Ordnung. Studien zur Wissenschafts- und Technikgeschichte*. Stuttgart: Franz Steiner Verlag, 51–62.
- Roach, L. E. & Wandersee, J. H. (1993): „Short story science“. In: *Science Teacher* 60, 18–21.
- Rosbach, J. P. (2008): *Mit Tempo in den Klassenraum. Schulbuchproduktion in Deutschland*. URL: <http://www.dradio.de/dlf/sendungen/pisaplus/996657/> (Stand: 10.05.2012).

- Ross, A. (Hrsg.) (1996): *Science Wars*. Durham und London: Duke University Press.
- Roth, W.-M. (1997): „From everyday science to science education. How science and technology studies inspired curriculum design and classroom research“. In: *Science & Education* 6, 373–396.
- Rudolph, J. L. (2003): „Portraying epistemology. School science in historical context“. In: *Science Education* 87, 64–79.
- Rudolph, J. L. & Stewart, J. (1999): „Evolution and the nature of science. On the historical discord and its implications for education“. In: *Journal of Research in Science Teaching* 35, 1069–1090.
- Schaffer, S. (1997): „What is science?“ In: Krige, J. & Pestre, D. (Hrsg.): *Science in the twentieth century*. Amsterdam: Harwood, 27–41.
- (2000/2001): „Rivers lecture. The disappearance of useful sciences“. In: *Cambridge Anthropology* 22, 1–23.
- Schecker, H. & Parchmann, I. (2006): „Modellierung naturwissenschaftlicher Kompetenz“. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 12, 45–66.
- Schönemann, B. & Thünemann, H. (2010): *Schulbucharbeit. Das Geschichtslehrbuch in der Unterrichtspraxis*. Schwalbach/Ts.: Wochenschau-Verlag.
- Schroedel-Verlag (Hrsg.) (2009): *Gymnasium 2010 (Schulbuchkatalog)*. Braunschweig: Schroedel.
- (2011): *Biologie heute entdecken*. URL: <http://www.schroedel.de/shop/artikelansicht.php?artId=978-3-507-10560-7> (Stand: 10.05.2012).
- (2012): *Flashbook: Biologie heute SII - Allgemeine Ausgabe 2011*. URL: <http://flashbook.schroedel.de/biologie-heute-978-3-507-10980-3#/18> (Stand: 01.06.2012).
- Schulbuchportal (2009): *Markt und Lernmittelfreiheit*. URL: http://www.schulbuchportal.de/CMS/file_view.aspx?id=10072696 (Stand: 10.05.2012).
- Schwarz, A. (1999): *Der Schlüssel zur modernen Welt. Wissenschaftspopularisierung in Grossbritannien und Deutschland im Übergang zur Moderne (ca. 1870 - 1914)*. Vierteljahrschrift für Sozial- und Wirtschaftsgeschichte. Beihefte 153. Stuttgart: Steiner.
- Scott, J. (1989): „Medicine and energy in the SHP History Syllabus“. In: Shortland, M. & Warick, A. (Hrsg.): *Teaching the history of science*. Oxford: British Society for the History of Science und Basil Blackwell, 111–117.
- Seliotis, A. (2007): „Nature of science portrayals in historical accounts within a sample of canadian biology textbooks“. Magisterarb. Toronto: University of Toronto.
- Selzer, J. (1993): „Introduction“. In: Selzer, J. (Hrsg.): *Understanding scientific prose*. Madison: University of Wisconsin Press, 3–19.

- Seroglou, F. & Koumaras, P. (2001): „The contribution of the history of physics in physics education. A review“. In: *Science & Education* 10, 41–60.
- Serres, M. (Hrsg.) (1998): *Elemente einer Geschichte der Wissenschaften*. Frankfurt: Suhrkamp.
- Shamos, M. H. (1995): *The Myth of Scientific Literacy*. New Brunswick: Rutgers.
- (2002): „Durch Prozesse ein Bewußtsein für die Naturwissenschaften entwickeln“. In: Gräber, W. et al. (Hrsg.): *Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung*. Opladen: Leske + Budrich, 45–68.
- Shapin, S. (1992): „Discipline and bounding. The history and sociology of science as seen through the Externalism-Internalism debate“. In: *History of Science* 30, 333–369.
- (2005): „Hyperprofessionalism and the crisis of readership in the history of science“. In: *Isis* 96, 238–243.
- Shapin, S. & Schaffer, S. (1985): *Leviathan and the air-pump. Hobbes, Boyle, and the experimental life*. Princeton: Princeton University Press.
- Shapiro, A. R. (2012): „Between Training and Popularization: Regulating Science Textbooks in Secondary Education“. In: *Isis* 103, 99–110.
- Sheppard, C. A. & Prischmann, D. A. (2003): „Using a contextual approach in teaching evolutionary theory and its attendant controversy to undergraduates“. In: *Bioscene* 29, 25–33.
- Shim, M.-H. (2004): „A content analysis of the treatment of Science-Technology-Society topics in selected high school world history textbooks (1960-1997)“. Diss. Indiana University.
- Shinn, T. & Whitley, R. D. (1985): *Expository science. Forms and functions of popularisation*. Dordrecht.
- Shortland, M. & Yeo, R. (Hrsg.) (1996): *Telling lives in science. Essays on scientific biography*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sibum, H. O. (1995): „Reworking the Mechanical Value of Heat. Instruments of Precision and Gestures of Accuracy in Early Victorian England“. In: *Studies in History and Philosophy of Science* 26, 73–106.
- Simunek, M., Hoßfeld, U. & Wissemann, V. (2011): „Rediscovery’ Revised - the co-operation of Erich and Armin von Tschermak- Seysenegg in the context of the ’rediscovery’ of Mendel’s Laws in 1899-1901“. In: *Plant Biology* 13, 835–841.
- Skopek, J. M. (2011): „Principles, exemplars, and uses of history in early 20th century genetics“. In: *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 42, 210–225.

- Sobel, D. (1995): *Longitude. The true story of a lone genius who solved the greatest scientific problem of his time*. New York: Walker.
- Solomon, J. et al. (1992): „Teaching about the nature of science through history. Action research in the classroom“. In: *Journal of Research in Science Teaching* 29, 409–421.
- Souque, J.-P. (1987): „Science education and textbook science“. In: *Canadian Journal of Education* 12, 74–86.
- Sprat, T. (1667): *The history of the Royal-Society of London*. London: printed by T. R. for J. Martyn.
- Staeck, L. (1995): *Zeitgemäßer Biologieunterricht. Eine Didaktik*. 5. Aufl. Berlin: Cornelsen.
- Steinhauser, T. (2012): *Tagungsbericht Wissenschaft als Erzählung – Erzählungen als Wissenschaft. 18.11.2011-19.11.2011, Berlin*. URL: <http://hsozkult.geschichte.huberlin.de/tagungsberichte/id=4107>.
- Stelzig, I. (2004): „Welche Einsichten liefert die Geschichte der Biologiedidaktik?“ In: Spörhase-Eichmann, U. & Ruppert, W. (Hrsg.): *Biologie-Didaktik. Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II*. Berlin: Cornelsen, 68–74.
- Stinner, A. (1996): „Providing a contextual base and a theoretical structure to guide the teaching of science from early years to senior years“. In: *Science & Education* 5, 247–266.
- Stinner, A. & Williams, H. (1998): „History and philosophy of science in the science curriculum“. In: Fraser, B. & Tobin, K. (Hrsg.): *International handbook of science education*. Dordrecht, Boston und London: Kluwer, 1027–1045.
- Stinner, A. et al. (2003): „The renewal of case studies in science education“. In: *Science & Education* 12, 617–643.
- Stockton, S. (1994): „Students and professionals writing biology. Disciplinary work and apprentice storytellers“. In: *Language and learning across the disciplines* 1, 79–104.
- Stuewer, R. (1994): „History and science“. In: Misgeld, W., Ohly, K. P. & Rühaak, H. (Hrsg.): *Historisch-genetisches Lernen in den Naturwissenschaften*. Weinheim: Deutscher Studien Verlag, 41–68.
- Sturgis, P. & Allum, N. (2004): „Science in society. Re-evaluating the deficit model of public attitudes“. In: *Public Understanding of Science* 13, 55–74. ISSN: 0963-6625.
- Sujew, D. (1986): *Das Schullehrbuch*. Berlin: Volk und Wissen.
- Sutton, C. (1989): „Writing and reading in science. The hidden message“. In: Millar, R. (Hrsg.): *Doing science. images of science in science education*. London: Falmer, 137–159.

- Tarkowski, A. R. (1979): *Stalker*. Mosfilm.
- Teichmann, J. (1999): „Studying galileo at secondary school. A reconstruction of his 'Jumping-Hill' experiment and the process of discovery“. In: *Science & Education* 8, 121–136.
- The American Association for the Advancement of Science (2011). URL: <http://www.project2061.org/> (Stand: 10.05.2012).
- The Royal Society (Hrsg.) (1985): *The Public Understanding of Science*. London: The Royal Society.
- Thüringer Kultusministerium (1999a): *Lehrplan für das Gymnasium. Biologie*. URL: http://www.thillm.de/thillm/pdf/lehrplan/gy/gy_lp_bi.pdf (Stand: 10.05.2012).
- (1999b): *Lehrplan für die Regelschule. Biologie*. URL: www.thillm.de/thillm/pdf/lehrplan/rs/rs_lp_bi.pdf (Stand: 10.05.2012).
- (2009a): *Lehrplan für das Gymnasium. Mensch – Natur – Technik (MNT). Erprobungsfassung*. URL: http://www.thueringen.de/imperia/md/content/schulaemter/erfurt/ab2/fobiko/mnt/gy_elp_mnt.pdf (Stand: 10.05.2012).
- (2009b): *Ziele und inhaltliche Orientierungen für die Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe im Fach Biologie*.
- Thüringer Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur (Hrsg.) (2010): *Amtsblatt des Thüringer Ministeriums für Bildung, Wissenschaft und Kultur* 20.3.
- (Hrsg.) (2011a): *Amtsblatt des Thüringer Ministeriums für Bildung, Wissenschaft und Kultur* 21.3.
- (2011b): *Lehrplan für den Erwerb der allgemeinen Hochschulreife. Biologie. Erprobungsfassung 7/8*. URL: <http://www.schulportal-thueringen.de/web/guest/media/detail?tspi=2284> (Stand: 10.05.2012).
- (2011c): *Lehrplan für den Erwerb des Hauptschul- und des Realschulabschlusses. Biologie. Erprobungsfassung 7/8*. URL: <https://www.schulportal-thueringen.de/web/guest/media/detail?tspi=2283> (Stand: 10.05.2012).
- Traweek, S. (1988): *Beamtimes and lifetimes. The world of high energy physicists*. Cambridge: Harvard University Press.
- Turner, H. S. (2010): „Lessons from literature for the historian of science (and vice versa). reflections on “form”“. In: *Isis* 101, 578–589.
- Turner, S. (2008): „School science and its controversies; or, whatever happened to scientific literacy“. In: *Public Understanding of Science* 17, 55–72.
- Vicedo, M. (2012): „Introduction: The Secret Lives of Textbooks“. In: *Isis* 103, 83–87.
- Wagenschein, M. (1988): *Naturphänomene sehen und verstehen*. 2. Aufl. Stuttgart: Klett.

- Wagenschein, M. (2008): *Verstehen lehren. Genetisch - Sokratisch - Exemplarisch*. 4. Aufl. Weinheim und Basel: Beltz.
- Wang, H. (1998): „Science in historical perspectives. A content analysis of the history of science in secondary school physics textbooks“. Diss. University of Southern California.
- (1999): *A content analysis of the history of science in the National Science Educational Standards Documents and four secondary science textbooks*. Paper presented at the 1999 annual meeting of the American Educational Research Association at Montreal, Canada.
- Wang, Z. & Oreskes, N. (2008): „History of science and american science policy“. In: *Isis* 99, 365–373.
- Warwick, A. & Kaiser, D. (1989): „Kuhn, Foucault, and the power of pedagogy“. In: Shortland, M. & Warick, A. (Hrsg.): *Teaching the history of science*. Oxford: British Society for the History of Science und Basil Blackwell, 393–409.
- Weigold, M. F. (2001): „Communicating science. A review of the literature“. In: *Science Communication* 23, 164–193.
- Wendt, P. (2007): „Schulbuchgenehmigung. Kontrolle oder Qualitätsnachweis?“ In: *Grundschule* 4, 52–53.
- Whitaker, M. A. (1979): „History and quasi-history in physics education“. In: *Physics Education* 14, 108–112, 239–242.
- Wikipedia (2012): *History of science and technology*. URL: http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_science_and_technology (Stand: 10.05.2012).
- Williams, J. D. (2002): „Ideas and evidence in science. The portrayal of scientists in GCSE textbooks“. In: *School Science Review* 84, 89–101.
- Wilson, A. & Ashplant, T. G. (1988): „Whig history and present-centred history“. In: *The Historical Journal* 31, 1–16.
- Young, M. J. (1990): „Writing and editing textbooks“. In: Elliott, D. L. & Woodward, A. (Hrsg.): *NSSE yearbook 1990. Part I. Textbooks and schooling in the united states*. Chicago: National Society for the Study of Education, 71–85.
- Yoxen, E. (1989): „Play up and play the game. A simulation of hard and soft fraud in science“. In: Shortland, M. & Warick, A. (Hrsg.): *Teaching the history of science*. Oxford: British Society for the History of Science und Basil Blackwell, 185–200.
- Zabel, E. (1991): „Das Thema 'Photosynthese' im Unterricht - einfacher durch Nachvollzug des historischen Erkenntnisgangs?“ In: *Unterricht Biologie* 15, 49–50.

- Zeidler, D. & Lederman, N. (1989): „The effects of teachers’ language on students’ conceptions of the nature of science“. In: *Journal of Research in Science Teaching* 26, 771–783.

A Untersuchte Schulbücher und Begleitmaterialien

Wie in Kap. 5.2.3 erläutert, wurden in die Auswahl Schulbücher nach folgenden Kriterien aufgenommen:

- sie sind lt. Thüringer „Schulbuchkatalog für das Schuljahr 2010/2011“ zugelassen
- sie werden in den Klassenstufen 7 bis 12 eingesetzt
- es handelt sich nicht um Themenbände
- sie werden in den Schulformen Gymnasium und/oder Regelschule verwendet
- von jedem Verlag ist nur maximal ein Werk je Klassenstufe und Schulform zu analysieren¹³⁷
- Verwendete Abkürzungen: R...Regelschule; G...Gymnasium Sekundarstufe I; SII...Sekundarstufe II; LM...LehrerInnenmaterial; AH...Arbeitsheft; LH...Lösungsheft

¹³⁷Nicht aufgenommen wurden entsprechend dem letzten Kriterium eine Kurzausgabe von Biologie heute SII aus dem Schrödel-Verlag und eine zweite Ausgabe des Einzelbandes Duden Biologie für die Klassenstufen 7-10 mit Begleit-CD, die das Buch als PDF und weiterführende Materialien für den Schüler enthält. Im Falle des Duden-Verlages war außerdem zwischen einem Einzelband für die Jahrgänge 7-10 und den konzeptionell ähnlichen Bänden für Regelschule und Gymnasium für die Doppeljahrgänge 7/8 und 9/10 zu wählen. Die Entscheidung fiel auf den Einzelband, da dieser als einziges Werk im Sample für beide Schulformen zugelassen ist und damit in didaktischer Hinsicht eine Besonderheit darstellt. Die beiden konzeptionell sehr unterschiedlichen Werke für die Sekundarstufe II aus dem Schrödel-Verlag, „Linder“ und „Biologie heute“, gaben keinerlei Anhaltspunkte für einen Ausschluss und wurden deshalb beide in der Analyse berücksichtigt. Der Klett-Verlag bietet in der Sekundarstufe I nur ein Werk für das Gymnasium an.

Cornelsen

<i>Schulstufe</i>	<i>Kurztitel</i>	<i>Bibliographische Angabe</i>
7/8 R	Bio VuW R 2	Blümel, H. et al. (2000): Biologie Band 2. Regelschule Thüringen. Berlin: Volk und Wissen. 160 S.
	Bio VuW R 2 LM	Klawitter, E. et al. (2001): Biologie Band 2. Regelschule Thüringen. Lehrerband mit Kopiervorlagen und Lösungen zum Arbeitsheft. Berlin: Volk und Wissen. 99 S.
	Bio VuW R 2 AH 7	Klepel, G. et al. (2000): Biologie Arbeitsheft Regelschule 7. Thüringen. Berlin: Volk und Wissen. 16 S.
	Bio VuW R 2 AH 8	Graef, H. et al. (2000): Biologie Arbeitsheft Regelschule 8. Thüringen. Berlin: Volk und Wissen. 24 S.
9/10 R	Bio VuW R 3	Bergstedt, C. et al. (2002): Biologie Band 3. Regelschule Thüringen. Berlin: Cornelsen/Volk und Wissen. 216 S.
	Bio VuW R 3 LM	Bergstedt, C. et al. (2002): Biologie Band 3. Regelschule Thüringen. Lehrerband mit Kopiervorlagen und Lösungen zum Arbeitsheft. Berlin: Volk und Wissen. 116 S.
	Bio VuW R 3 AH	Blümel, H. et al. (2002): Biologie Arbeitsheft Regelschule 9/10. Thüringen. Berlin: Volk und Wissen. 48 S.
7/8 G	Bio Plus G 2	Högermann, C. & Meißner, K. (Hrsg.) (2000): Biologie Plus. Gymnasium Klassen 7/8 Thüringen. Berlin: Volk und Wissen. 224 S.
	Bio Plus G 2 LM	Grambow, B. et al. (2000): Biologie Plus. Lehrerband mit Kopiervorlagen. Gymnasium Klassen 7/8 Sachsen-Anhalt und Thüringen. Berlin: Volk und Wissen. 199 S.

<i>Schulstufe</i>	<i>Kurztitel</i>	<i>Bibliographische Angabe</i>
	Bio Plus G 2 AH (7)	Grönke, O. et al. (2000): Biologie Plus. Arbeitsheft. 7. Schuljahr. Berlin: Volk und Wissen. 32 S.
	Bio Plus G 2 AH (8)	Blümel, H. et al. (2000): Biologie Plus. Arbeitsheft. 8. Schuljahr. Berlin: Volk und Wissen. 32 S.
9/10 G	Bio Plus G 3	Högermann, C. & Meißner, K. (Hrsg.) (2001): Biologie Plus. Gymnasium Klassen 9/10 Thüringen. Berlin: Cornelsen/ Volk und Wissen. 208 S.
	Bio Plus G 3 LM	Bergstedt, C. et al. (2002): Biologie Plus. Lehrerband mit Kopiervorlagen und Lösungen zum Arbeitsheft. Gymnasium Klassen 9/10. Berlin: Volk und Wissen. 152 S.
	Bio Plus G 3 AH	Blümel, H. et al. (2002): Biologie Plus. Arbeitsheft. 9./10. Schuljahr. Berlin: Volk und Wissen. 52 S.
SII	Cornelsen SII	Weber, U. (2009): Biologie Oberstufe. Schülerbuch. Gesamtband. 2. Aufl. Berlin: Cornelsen. 528 S.
	Cornelsen SII LM	Weber, U. (Hrsg.) (2009): Biologie Oberstufe. Handreichungen für den Unterricht. 2. Auflage. Berlin: Cornelsen. 584 S.

Duden

<i>Schulstufe</i>	<i>Kurztitel</i>	<i>Bibliographische Angabe</i>
7-10 R/G	Duden R/G	Pews-Hocke, C. & Zabel, E. (Hrsg.) (2005): Biologie Gesamtband Sekundarstufe I. Klassen 7-10. Berlin: Duden Paetec. 576 S.
	Duden R/G LM	Becker, F.-M. et al. (2005): Biologie Gesamtband Sekundarstufe I. Klassen 7-10. Lehrmaterial. Berlin: Duden Paetec. 97 S.
SII	Duden SII	Probst, W. & Schuchardt, P. (Hrsg.) (2005): Biologie. Gymnasiale Oberstufe. Berlin: Duden Paetec. 600 S.
	Duden SII LM	Probst, W. & Schuchardt, P. (Hrsg.) (2005): Biologie. Gymnasiale Oberstufe. Lehrmaterial. Berlin: Duden Paetec. 160 S.

Klett

<i>Schulstufe</i>	<i>Kurztitel</i>	<i>Bibliographische Angabe</i>
7-10 G	Natura G	Schlufte, I. & Schreiber, B. (2002): Natura Biologie für Gymnasien. Ausgabe A. 7. bis 10. Schuljahr. Stuttgart: Klett. 368 S.
	Natura G LM A	Bächle-Knauer, D. et al. (2002): Natura Biologie. Lehrerband 7-10. Teil A. Stuttgart: Klett. 191 S.
	Natura G LM B	Beyer, I. et al. (2003): Natura Biologie. Lehrerband 7-10. Teil B. Stuttgart: Klett. 239 S.
SII	Natura SII	Beyer, I. et al. (2005): Natura Biologie für Gymnasien. Oberstufe. Stuttgart: Klett. 480 S.
	Natura SII LM A	Beyer, I.; Eckebrecht, D. & Schneeweiß, H. (2005): Natura Biologie für Gymnasien. Oberstufe. Lehrerband Teil A. Stuttgart: Klett. 256 S.
	Natura SII LM B	Beyer, I. et al. (2006): Natura Biologie für Gymnasien. Oberstufe Lehrerband Teil B. Stuttgart: Klett. 256 S.

Schrödel¹³⁸

Schulstufe	Kurztitel	Bibliographische Angabe
7/8 R	Erlebnis R 2	Dobers, J. (Hrsg.) (2002): Erlebnis Biologie 2. Braunschweig: Schroedel. 208 S.
	Erlebnis R 2 LH	Starke, A.; Kampf, M. & Kratsch, S. (2001): Erlebnis Biologie 2. Lösungsheft für die Klassenstufe 7/8. Braunschweig: Schroedel. 19 S.
	Erlebnis R 2 AH	Starke, A.; Kampf, M. & Kratsch, S. (2001): Erlebnis Biologie. Arbeitsheft für die Klassenstufe 7/8. Braunschweig: Schroedel. 80 S.
9/10 R	Erlebnis R 3	Dobers, J. (Hrsg.) (2002): Erlebnis Biologie 3. Braunschweig: Schroedel. 192 S.
	Erlebnis R LM	Starke, A. (Hrsg.) (2003): Erlebnis Biologie. Lehrermaterialien 2+3. Braunschweig: Schroedel. 416 S.
	Erlebnis R 3 LH	Starke, A.; Kampf, M. & Kratsch, S. (2002): Erlebnis Biologie 2. Lösungsheft für die Klassenstufe 9/10. Braunschweig: Schroedel. 19 S.
	Erlebnis R 3 AH	Starke, A.; Kampf, M. & Kratsch, S. (2002): Erlebnis Biologie 3. Arbeitsheft für die Klassenstufe 9/10. Braunschweig: Schroedel. 80 S.
7/8 G	Netzwerk G 2	Starke, A. (Hrsg.) (2002): Netzwerk Biologie 7/8. Hannover: Schroedel. 224 S.
	Netzwerk G 2 LH	Starke, A. (Hrsg.) (2002): Netzwerk Biologie 7/8. Lösungen. Hannover: Schroedel. 61 S.
	Netzwerk G 2 AH	Starke, A. (Hrsg.) (2002): Netzwerk Biologie 7/8. Arbeitsheft. Hannover: Schroedel. 68 S.
9/10 G	Netzwerk G 3	Starke, A. (Hrsg.) (2002): Netzwerk Biologie 9/10. Braunschweig: Schroedel. 208 S.
	Netzwerk G 3 LH	Starke, A. (Hrsg.) (2002): Netzwerk Biologie 9/10. Lösungen. Hannover: Schroedel. 60 S.

¹³⁸Während für „Erlebnis“ Lehrermaterialien vorliegen, sind für die Thüringer Ausgabe von „Netzwerk“ keine im Verlagsprogramm vermerkt (vgl.).

Schulstufe	Kurztitel	Bibliographische Angabe
	Netzwerk G 3 LH (7-10)	Starke, A. (Hrsg.) (2002): Netzwerk Biologie 7-10. Lösungen. Hannover: Schroedel. 38 S.
	Netzwerk G 3 AH	Starke, A. (Hrsg.) (2002): Netzwerk Biologie 9/10. Arbeitsheft. Hannover: Schroedel. 68 S.
SII	Linder SII	Bayrhuber, H. & Kull, U. (Hrsg.) (2006): Linder Biologie. Lehrbuch für die Oberstufe. 22. Aufl. Braunschweig: Schroedel. 560 S.
	Linder SII LM ¹³⁹	Feldermann, D. (Hrsg.) (2006): Linder Biologie. Lehrermaterialien Teil 1. Braunschweig: Schroedel. Feldermann, D. (Hrsg.) (2007): Linder Biologie. Lehrermaterialien Teil 2. Braunschweig: Schroedel. Feldermann, D. (Hrsg.) (2007): Linder Biologie. Lehrermaterialien Teil 3. Braunschweig: Schroedel. 472 S.
	Linder SII Arbeitsbuch	Feldermann, D. (Hrsg.) (2005): Linder Biologie. Arbeitsbuch. Braunschweig: Schroedel. 269 S.
	Bio heute SII	Paul, A. (Hrsg.) (2004): Biologie heute entdecken SII. Braunschweig: Schroedel. 496 S.
	Bio heute SII LH	Christian, A. et al. (2005): Biologie heute entdecken SII. Lösungen. Braunschweig: Schroedel. 101 S.

¹³⁹Die Materialien werden als Einheit herausgegeben.